92-06175/

Editorial Review Board

J. R. Brooks, 3M Canada Limited

W. H. Chadwick, Ontario Hydro

B. J. Davies, Canron Limited

A. C. S. Hayden, Canadian Combustion Research Laboratory

H. B. Howe, Energy Consultant

P. A. Mitcham, International Harvester Canada

G. Perris, Du Pont of Canada Limited

C. Planzer, Dominion Textile Limited

R. D. Pollock, Canada Wire and Cable Limited

H. L. C. Reynolds, Shell Canada Limited

J. Rudniski, General Motors of Canada

B. Wenzl, Inco Limited

M. B. Zgola, Labatt Breweries of Canada Limited

R. C. Walterson, Thames Valley Beverages Ltd.

Contents

Introduction	2
Energy Conservation	2
Implementing a successful program	4
Program outline	4
Energy audit	6
Appendices	13
Government assistance	30
Degree days	33
Financial analyses	38
Major subject index	41

E1-77-8
© Minister of Supply and Services Canada 1980
Cat. No.: M91-2/1-1980E
ISBN 0-662-11147-8

Published under the authority of
Minister of Energy, Mines and Resources,
Government of Canada

GUIDEBOOK/INDEX 1

Guide Book and Index

Introduction:

Designed as the hub of the OEC industrial handbook series, the introductory booklet deals with the general rationale for energy conservation in today's economic climate and attempts to deal with some of the necessary definitions and concepts common to each of the subject areas.

Distributed as a companion in response to requests for one or more of the other booklets in the series, the guidebook should function as the conduit which takes the interested reader to the specific, required case history or text material in other booklets or to one of a myriad of outside sources of information or assistance.

Energy Conservation

"There's nothing new under the sun."

It's a phrase that is often heard and one which, depending on how it's applied, has more than a grain of truth in it.

In applying the concept to the practice of energy conservation, for example, the statement cannot be taken literally. There have been, and continue to be quite a number of new technological tools developed which if used correctly can help make the job of conserving energy a less onerous one.

But it is true to say that many of the techniques and equipment which should be applied to industrial situations to reduce energy wastage have been around for quite a long time. Subject to minor modifications, the concepts really haven't changed that much.

What has changed markedly is the economic climate in which industry now operates. Times are generally tougher. Competition, both domestic and international, abounds. And in many cases, companies are being forced to find means to reduce costs and overheads just to keep "the bottom line" in relatively healthy shape. Energy conservation is just one avenue being explored by cost conscious companies.

Perhaps more importantly, the cost of energy as a fuel and feedstock to industry has increased dramatically over the past few years. Energy conservation projects that were brought forward over the years by engineering departments in companies all over Canada — only to be neglected — are now being re-evaluated in the light of today's energy economics.

In fact, many companies are taking the enlightened step of evaluating energy conservation projects in the light of tomorrow's energy economics. Because if one thing is certain in our ever changing industrial environment, it is that greater escalation in the cost of power and fuel can be expected. Not solely due to the actions of international commodity cartels such as OPEC — but more correctly as a result of the increasing costs of providing energy, either from more remote conventional sources or through expensive new technology currently in various stages of development.

"Nothing ventured . . . nothing gained".

There's another phrase that is often heard. But this time it's one which can be applied directly and without any apprehension to the energy conservation situation.

In normal parlance, it has come to mean that a company can expect to make no return if it is unwilling to take certain calculated and manageable risks with capital.

This is the situation which faces companies evaluating possible capital expenditures on energy conservation programs — but with one major exception. "Risk", as such, is minimal.

A company can carry out a penetrating program of market research before spending the money to manufacture and launch a new product. But it really doesn't know for sure, until the product is put in front of the public in a buying situation, whether or not it will sell. And, depending on the nature of the product an the market, how long the product will sell — and continue to generate revenue — are at the whim of technological change, trends, styles or fads.

In fact, there are very few situations which offer

industrial management both a substantial return on capital investment and the certainty that the return will be forthcoming.

By and large, energy conservation programs can do just that. And, in many cases, toss into the bargain better employee morale and productivity.

The challenge, then, is to make those responsible for untieing the purse strings aware that energy conservation is an extremely attractive investment vehicle. One that offers a specified and largely guaranteed rate of return and at the same time improves the company's cost leverage and makes it more competitive in the marketplace.

Taking it from the opposite viewpoint, the company that doesn't actively pursue cost cutting and dollar savings from the standpoint of an energy conserver is going to be in a greatly disadvantaged position with its competitors, if those competitors are attentive and opportunistic about potential energy savings.

Most top management people are aware of the "macro" situation as it pertains to energy. They know that the country is running short of energy — particularly energy derived from hydrocarbons, and that for the national good, an effort must be made to conserve energy in all forms.

To some extent, then, top management is pre-sold. But they are also pre-sold on the need for growth in revenue, and infinite requests are generally made at budget time for a finite amount of money available for capital projects of any kind. As a result, energy conservation programs have to be presented in the same light as any other investment opportunity. That is, they need to be thoroughly researched and documented and provide the most sophisticated analysis of return on investment that is available today.

In short, subject to some tactical constraints, the plant manager or energy conservation specialist should be able to make top management "an offer they can't refuse". Or, at least one which is, on balance, at least as attractive as any other investment option available.

Start with "quick fix" and other programs that don't require a capital investment. Choose initial energy conservation projects not only for their strict energy saving opportunities, but for their visibility to both employees and management. Build up a track record. In short, do everything to assure that energy conservation is seen as a solid, investment opportunity — and not a passing fancy that will not be a priority five years from now.

But remember plant management or others responsible have to be willing to "go to bat" for the programs . . . they have to have the courage of their convictions . . . and most importantly, they have to be willing to "ask for the sale" — to make a strong case for the funds needed to put in motion programs that will ultimately bring a good return to the company in reduced energy usage and dollar savings.

In essence, that is the purpose of this initial series of handbooks: to put a basic threshold of energy conservation information in front of a large population of Canadian industrial managers who are now responsible for, or who will in the future take responsibility for, energy conservation within their respective companies.

The booklets are not the definitive source of information on any one of the broad range of subjects covered. But they are, hopefully, a useful source of explanatory, reference and case history material — and above all, a source of *ideas*.

They will not, nor are they intended to, allow Canadian companies to carry out all energy conservation programs without the help of consultants, contractors and suppliers' representatives. Nor do they offer pat solutions to complicated problems.

But they do offer ideas which can be intelligently applied to most industrial situations, bearing in mind the trade-offs that exist and the multitude of variables that must be taken into account.

Each plant is different in some way. And as a result, certain methods may or may not be applicable — either directly or indirectly. But it is hoped that the booklets will provide enough information to encourage industry to follow certain avenues of energy conservation by providing relevant information.

This introductory booklet contains general refrence material not as specifically related to any particular subject — along with a discussion of other topics which pertain generally to energy conservation. Sections include: implementing a successful program; how to conduct an energy audit; degree days; financial analyses of energy

conservation; government assistance; metric conversion and tables; and helpful terms and formulae. But perhaps the most important function of the Guidebook is to provide a cross-referenced index for the full series of booklets.

Since the range of topics is great, it was difficult to stick to a standard format and organization for all of the booklets. For the most part, each contains a general introductory section, case history examples, and a list of short suggestions. But the booklet on employee motivation, for example, does not contain any specific case histories.

Some of the topics overlap — the booklets on heating, and combustion control, for instance. Consult the index in the Guidebook in all cases like this to ensure that you have all the appropriate references.

How the booklets are used will depend on the requirements of the reader, but it is hoped that they will, in fact, be used regularly. And not put on a shelf with stacks of other "reference" material.

A list of titles in this series, and ordering instructions, are at the back of this book.

A word on units and costs.

For the sake of consistency, all amounts are given in Imperial units, unless otherwise specified. A metric conversion chart for all units is provided in all manuals.

A special *caveat* should also be stated regarding dollar figures, particularly as used in the case histories. Energy costs have been re-cast to reflect a single unit cost for each commodity. The representative unit costs were provided by National Utility Services as a reasonable basis for comparison considering the regional disparities of Canadian energy prices.

While most capital costs are stated in current, or at least recent dollars, a few are more than five years old — and *no attempt has been made to escalate capital or operating costs to a constant dollar base.* Readers should, therefore, accept numbers as representing an "order of magnitude" and substitute their own figures when attempting to apply formula calculations to their plant situation.

Implementing a successful program

This section of the Guidebook describes and illustrates the actions necessary to initiate and implement a successful energy program. It may be used as a guide to design your own program, tailored to your company's requirements and capabilities. Note that whether a company is large or small, the four important steps in the energy conservationprogram are:

- Top management commitment and goals
- Survey energy uses
- Take action to save energy
- Develop continuing effort

The essential elements common to successful programs are discussed here, as are appropriate procedures to follow. The booklet on Employee Motivation provides additional information on the subjects of management commitment, publicity and involving employees, while the section in this book dealing with energy audits amplifies the subject of surveying energy uses and losses.

Program outline

I. Top management commitment.

A. Inform line supervisors of:

1. The economic reasons for the need to conserve energy.
2. Their responsibility for implementing energy saving actions in the areas of their accountability.

B. Establish a committee having the responsibility for formulating and conducting an energy conservation program and consisting of:

1. Representatives from each department in the plant.
2. A co-ordinator appointed by and reporting to management.

NOTE: In smaller organizations, the manager and his staff may conduct energy conservation activities as part of their management duties.

C. Provide the committee with guidelines as to what is expected of them:

1. Plan and participate in energy saving surveys.
2. Develop uniform record keeping, reporting, and energy accounting.
3. Research and develop ideas on ways to save energy.
4. Communicate these ideas and suggestions.
5. Suggest tough, but achievable, goals for energy saving.
6. Develop ideas and plans for enlisting employee support and participation.
7. Plan and conduct a continuing program of activities to stimulate interest in energy conservation.

D. Set goals in energy saving:

1. A preliminary goal at the start of the program.
2. Later, a revised goal based on savings potential estimated from results of surveys.

E. Employ external assistance in surveying the plant and making recommendations, if necessary.

F. Communicate periodically to employees regarding management's emphasis on energy conservation action and report on progress.

II. Survey energy uses and losses.

A. Conduct first survey aimed at identifying energy wastes that can be corrected by maintenance or operations actions, for example:

1. Leaks of steam and other utilities.
2. Furnace burners out of adjustment.
3. Repair or add insulation.
4. Equipment running when not needed.
5. Inefficient space utilization.

B. Survey to determine where additional instruments for measurement of energy flow are needed and whether there is economic justification for the cost of their installation.

C. Develop an energy balance on each process to define in detail:

1. Energy input as raw materials and utilities.
2. Energy consumed in waste disposal.
3. Energy credit for by-products.
4. Net energy charged to the main product.
5. Energy dissipated or wasted.

NOTE: Energy equivalents will need to be developed for all raw materials, fuels, and utilities, etc., in order that all energy can be expressed on the common basis of Btu's.

D. Analyze all process energy balances in depth:

1. Can waste heat be recovered to generate steam or to heat water or a raw material?
2. Can a process step be eliminated or modified in some way to reduce energy use?
3. Can an alternate raw material with lower energy content be used?
4. Is there a way to improve yield?
5. Is there justification for:
   a. Replacing old equipment with new equipment requiring less energy?
   b. Replacing an obsolete, inefficient process plant with a whole new and different process using less energy?

E. Conduct weekend and night surveys periodically.

F. Plan surveys on specific systems and equipment, such as:

1. Steam system.
2. Compressed air system.
3. Electric motors.
4. Natural gas lines.
5. Heating and air conditioning system.
6. Other electrical usage.

III. Implement energy conservation actions.

A. Correct energy wastes identified in the first survey by taking the necessary maintenance or operation actions; do the simple things first.

B. List all energy conservation projects evolving from energy balance analyses, surveys, etc. Evaluate and select projects for implementation:

1. Calculate annual energy savings for each project.
2. Project future energy costs and calculate annual dollar savings.
3. Estimate project capital or expense cost.

4. Evaluate investment merit of projects using measures such as return on investment, etc.
5. Assign priorities to projects based on investment merit.
6. Select conservation projects for implementation and request capital authorization.
7. Implement authorized projects.

C. Review design of all capital projects, such as new plants, expansions, buildings, etc., to assure that efficient utilization of energy is incorporated in the design.

NOTE: Include consideration of energy availability in new equipment and plant decisions.

IV. Develop continuing energy conservation efforts.

A. Measure results:

1. Chart energy use per unit of production by department.
2. Chart energy use per unit of production for the whole plant.
3. Monitor and analyze charts of Btu per unit of product, taking into consideration effects of complicating variables, such as outdoor ambient air temperature, level of production, product mix, etc.
   a. Compare Btu / product unit with past performance and theortical Btu / product unit.
   b. Observe the impact of energy saving actions and project implementation on decreasing the Btu / unit of product.
   c. Investigate, identify, and correct the cause for increases that may occur in Btu / unit of product, if feasible.

B. Continue energy conservation committee activities.

1. Hold periodic meetings.
2. Each committee member is the communications link between the committee and the department supervisors represented.
3. Periodically update energy saving project lists.
4. Plan and participate in energy saving surveys.
5. Communicate energy conservation techniques.
6. Plan and conduct a continuing program of activities and communication to keep up interest in energy conservation.
7. Develop cooperation with community organizations in promoting energy conservation.

C. Involve employees.

1. Service on energy conservation committee.
2. Energy conservation training course.
3. Handbook on energy conservation.
4. Suggestion awards plan.
5. Recognition for energy saving achievements.
6. Technical talks on lighting, insulation, steam traps, and other subjects.
7. Posters, decals, stickers.
8. Publicity in plant news, bulletins.
9. Publicity in news media.
10. Letters on conservation to homes.
11. Talks to local organizations.

D. Evaluate program.

1. Review progress in energy saving.
2. Evaluate original goals.
3. Consider program modifications.
4. Revise goals, as necessary.

Elements of an energy audit

Many businesmen today are becoming aware that auditing their energy consumption is as important to the health of their business as keeping track of their financial performance.

Like financial audits, energy audits identify not only the amount spent, but more importantly, exactly where and how resources are expended. Energy auditing does not, however, necessarily provide the final solution to the problem, rather, it indicates where the greatest potential for conservation lies and, therefore, where the

major portion of any conservation effort should be. Also, it provides efficiencies of operations, and for creating meaningful Return-on-Investment analysis.

Some provinces currently operate "energy buses" which will help perform energy audits, using a computer, on request. Other provinces are considering the concept. The questionnaire used in an audit by Ontario's energy bus is appended. However, if an energy bus is not available, the following information will be of assistance in carrying out an audit program. And the charts and appendices at the end of this section should prove useful in providing the documentation needed for such an undertaking.

How much work is involved?

Suppose yours is a small operation, maybe just a couple of machines, a small boiler, and a few employees. Energy audits need not be complicated. For simple systems, an energy audit may be performed in just a few hours by a plant engineer or a maintenance foreman. The results will point to areas where energy waste can be reduced or even eliminated.

Audit complexity and the level of detail required depend on the complexity of the process itself and the purpose to which the information will be put. A small plastics injection molding operation, for example, could involve only a single raw material, along with inputs of electric power and water. A rough energy analysis might show that the heat contained in the water used to cool the molds can be utilized at some point in the building to save on the gas bill. Because energy represents a small portion of the cost of this production process, only a one-shot look at the energy utilization might be warranted.

On the other hand, a petrochemical manufacturing plant represents an extremely complex system. Its many inputs of raw material and a multiplicity of products require careful engineering analysis.

So the questions "How complex does an audit need to be? and "How much work is involved?" have as many answers as there are different industrial operations and people who manage them.

How do you proceed?

There are four levels of energy audit procedures. Starting with the simplest (and least expensive), they are:

1. the historical audit
2. the diagnostic energy audit
3. the periodic energy audit
4. the continuous energy audit

As each level is completed, it should become fairly obvious whether you should proceed to the next level, or some portion of it. Many small companies may obtain full benefit from just the first or, perhaps, the first two levels. But, as industrial processes grow more and more complex, the third and fourth levels should be completed.

In any case, everyone whose total energy bill exceeds either 5% of their gross expenses or $1,000 per month should give serious thought to performing at least Step 1, the historical audit.

Step 1 — The Historical Audit.

Normally, no technical expertise is required for the historical audit, and results can often be extremely valuable in pointing the way toward a closer look at individual elements of the plant.

The historical audit procedure makes use of available accounting and production records. A careful look should be taken at the total energy consumed per unit of plant output over the past several years, and a record displaying these figures should be created.

Appendix C provides you with a convenient form for the collection of energy use data from past utility and production records. Those entries dealing directly with fuels are uncomplicated, and may be obtained directly from fuel bills. Some typical "heating values" you can use in filling out the charts are:

Natural Gas — 1,000 Btu/cu. ft.
Fuel Oil (No. 2) — 166,000 Btu/gal.
Fuel Oil (No. 6) — 180,000 Btu/gal.
Coal —
Bituminous — 14,000 Btu/lb.
Sub-bituminous — 10,500 Btu/lb.
Lignite — 7,500 Btu/lb.

More precise values can be obtained from fuel suppliers; they are often shown directly on fuel bills.

You will note that in Appendix C, electrical energy use can be left in terms of megawatt-hours instead of being converted to Btu's. If you generate your own electricity, Mwh's would not be shown; in their place, you would list the Btu value of the fuel used for generation.

Depending upon the nature of the operation, the term, "Units of Production", may or may not be obvious. The production rate of an oil refinery, for example, corresponds directly to the number of barrels of crude oil processed in a given period; and therefore, the unit of production could be "barrels of oil". Suppose, however, one is analyzing a precision machine shop operation, in which the majority of the energy consumption is associated with the operation of the building and various machining equipment. It is unlikely that this shop's products would vary widely in complexity, volume, and amount of energy used. Thus, some judgement is required to select an appropriate measure — for the machine shop or other operation with widely divergent outputs, man hours or dollar value of production may be an appropriate "unit".

The ultimate quantity to be determined is the energy use per unit of production (in Mwh and Btu/unit). These quantities are much better indicators of energy utilization performance than are the gross quantities of energy consumed. Once an "overall energy efficiency" has been determined, it may be used as a baseline from which to compare improvements made through operational or equipment modifications. Also, a review of the data may reveal certain facts that will lead to an immediate conclusion about some piece of equipment. But some caution should be exercised since production rates vary from month to month, and since these variations can have a large effect on the ratio of energy expended per unit produced, it would be inappropriate to compare ratios during a high production period with those during low production.

For example, a review of your records might reveal that when a new machine was added to the production line, the average energy consumption per unit of production dropped the following month. This would suggest a closer look at the energy consumption for the new machine compared with the older units. A cost tradeoff analysis could be worked out on the basis of current and anticipated fuel and electricity prices. This analysis should enable you to determine when it might be economical to replace some of the older equipment.

Step 2 — The Diagnostic Energy Audit.

Although the example given would lead to a conclusion on a specific piece of equipment, normally a historical audit only gives an indication of the *total* facility's energy efficiency. Therefore, a diagnostic energy audit would normally be required to isolate the energy flows for specific components or processes within your plant. Thus, the diagnostic audit is a technical analysis of individual components, or groups of components or processes. It is based on existing or estimated operational data, and is used to identify the amount of energy expended either in a certain machine, portion of a process, or a total process.

Such a determination is made by performing a "mass balance", which accounts for the flow of all materials involved; and an "energy balance", which tracks the flows and transformation of energy within that part of the system being measured. In both cases, the basic physical principle is this; neither mass nor energy is destroyed in the process. Whatever goes in must either come out or be stored within the system. With this concept applied to any machine or system, it becomes possible to obtain a fix on the ways energy is usefully employed.

The diagram provides a pictorial representation of the basic concepts of energy and mass balances. In each drawing the arrows depict the flow of either mass or energy. Appropriate measurements or estimates of these flows will begin to provide a clear picture of what happens within the equipment. Determining the values for the mass and energy balances may require direct measurements or may require computation.

When direct measurements of mass or energy flows are not taken, information on machine time-on to time-off ratio is important. One simple way to obtain this data is to use an electric clock placed in parallel with the machine for a predetermined period of time, such as one day or one production shift. The elapsed time shown on the clock divided by the total time period gives the fraction of time the machine is in operation.

Obviously, when processes other than those

listed are involved, other formulas are available to provide the necessary quantification of energy flows. You may need to seek some additional technical help from competent engineers; however, much help can often be obtained from equipment manufacturers, utility representatives, and various technical reference books available in libraries.

We've talked about the diagnostic energy audit to enable the reader to understand the desired result. You may decide to call in a consultant to perform this effort, but, whether you do this or not, the first steps can and should be done by you.

The information needed to carry out a diagnostic, or higher level, energy audit includes both overall plant system data and detailed specifications on each energy-using component. You should begin by assembling a set of plant layouts showing the location and interconnection of all equipment. In particular, it is important to show all fuel, electrical, air, and steam lines. Water piping need not be shown unless water is used as a coolant in the system.

Much of the information for a diagnostic audit can frequently be obtained directly from plant layout drawings. For smaller facilities, a simple sketch from memory or from a walkthrough might be adequate. Nominal operating information must then be assembled for every energy-consuming component in the system. A number of sources can be utilized for this purpose. Some information can be obtained directly from nameplates on motors, compressors, and blowers. For larger pieces of equipment, manufacturers' operating handbooks are usually available. These handbooks also frequently contain operating curves which show component performance over a range of operation. In preparing a diagnostic audit, it is usually sufficient to select a single operating point which is thought to be typical — say, the efficiency of a motor at 75% load — while for a more detailed analysis, calculations will probably be made at several operating points.

A checklist of energy-consuming areas, such as the one presented in Table 1, may also be helpful in doing a diagnostic audit. This table is not exhaustive, and some additions may be required to adapt it to your situations.

Table 1

Checklist of Energy Consumers.

1. Steam lines; insulation and leaks?
2. Condensate lines: insulation, leaks discharge to drains instead of returning to boiler?
3. Steam traps: leaking or broken?
4. Boiler slowdown: heat recovered or discharged?
5. Boiler feedwater: preheated?
6. Boiler flue gas: excessively high temperature?
7. Electrical equipment: oversized or operating unnecessarily?
8. Lights: overlighted or operating unnecessarily?
9. Air conditioning: oversized or operating unnecessarily?
10. Warehouse temperature and ventilation: unnecessarily high or low?
11. Hot water: unnecessarily high temperature?
12. Compresed air: leaks, unnecessarily high pressure?
13. Boiler maintenance: tubes scaled or sooty?
14. Heated process tanks: open top, insulation?
15. Process furnaces: scheduling, insulation?
16. Process ventilation: run unnecessarily?
17. Waste products: potential use as fuel?
18. Steam pressure: unnecessarily high?
19. Heat treating: unnecessary if new material suitable?
20. Company vehicles: smaller vehicles, carpooling, or computer scheduled routing?
21. Ventilation for space conditioning — proper quantity and hours of use?
22. Space temperatures — exceeding requirements of particular areas or functions?

If engineering data are not immediately at hand, it can usually be obtained from manufacturers' representatives. Manufacturers and utilities representatives can also be of assistance in collecting actual operating data for a

component. For example, electric utility companies usually will, on request, make power factor measurements on major electrical equipment at no charge, and boiler manufacturers may run a flue gas analysis and boiler check for a nominal fee.

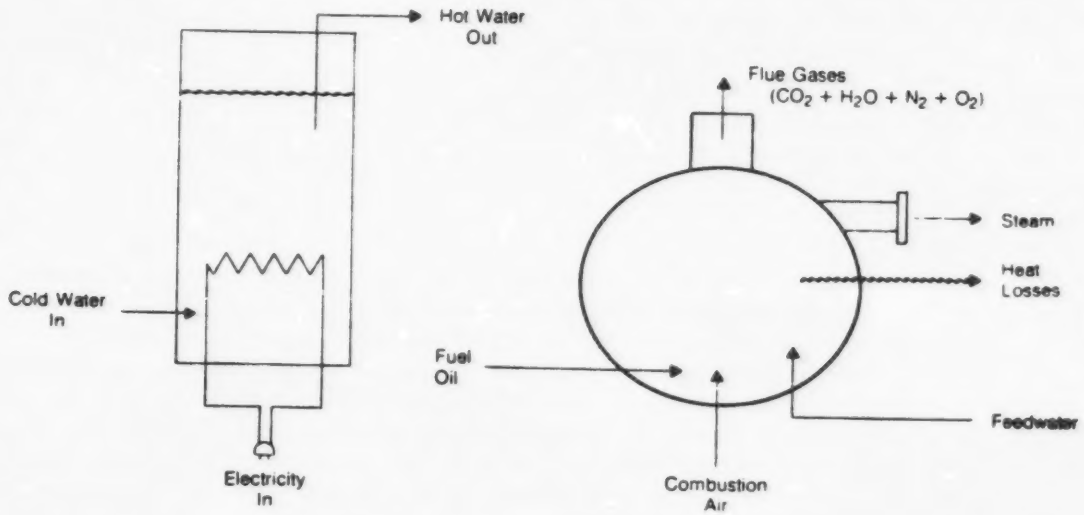
In process plants, useful data on flows, temperatures, and pressures may be obtained from process flowsheets. Some care should, however, be exercised in using these figures if the process has been extensively modified since its original design.

It is helpful to show on the layout drawings technical information on the system operating conditions and other energy-related data, such as insulation thickness on steam pipes. The time spent collecting and organizing basic technical data will pay off in the end. Such information will provide the necessary inputs for a detailed energy analysis of the process and its components, and will make the analysis simpler, faster, and cheaper — whether done by your company personnel or a consultant brought in for this purpose.

If after gathering all the data, you want to take the next step on your own, it would be necessary to begin computing mass and energy balances. Appendix A gives an example showing the specific steps taken in an energy audit. Not all components are as easy to analyze as the example suggests, but using mass and energy balance equations along with available equipment specifications and production data will make possible a reasonable estimate. This estimate could be used to determine whether or not there is a financial incentive to do a more detailed analysis.

On larger, more energy intensive equipment, a more accurate analysis would most probably be justified. In any case, most information collected

Energy balances



for a simple analysis would be required in a more sophisticated analysis.

Once you've determined what your chief users of energy are, it is a short step to find ways to reduce consumption in these areas. Potential ideas might include concepts such as revision of processes, use of heat recovery devices, installation of new equipment, and many others. Strictly speaking, current and future costs are not required for an energy audit. Undoubtedly, though, the energy flows identified through this procedure will be translated into dollars and cents to determine whether changes in the system and its operation are justified.

Step 3 — The Periodic Energy Audit.

The diagnostic audit may have suggested that certain key components are especially energy sensitive, and that it might be well to perform a "periodic" energy audit on a routine basis for these components.

Industrial boilers and process heaters, for example, are frequently the biggest energy consumers within a plant. A diagnostic audit might show that the energy efficiency of the boiler or heater is very sensitive to adjustments in the combustion air intake dampers, and that a periodic check on the status of the combustion air system is needed. The investment of a few hundred dollars in a flue gas analyzer, and a few maintenance man-hours to run a periodic check on the oxygen content in the exhaust gases might easily pay for itself in a month or two through fuel savings in fuel.

A periodic audit procedure can be set up with the assistance of a private technical consultant or a representative of the equipment manufacturer.

Step 4 — The Continuous Energy Audit.

In some instances, particular pieces of equipment may consume enough energy to warrant what might be termed a "continuous" audit. This is done by continuously recording key energy-associated parameters, and frequently computing energy use and efficiency based on these continuous records.

Some examples of a continous audit might include the use of continuous oxygen-measuring instruments in the stack of a refinery process heater, or the continuous record of peak electrical demand in a small manufacturing plant.

Does it pay?

Energy auditing in industrial processes costs time and money. Can you justify the expense? What will be the return on your investment? Of course it is not the audit itself that pays off, but the actions which it suggests. An energy audit can point to those areas having the highest probability of significant savings, and can be used to evaluate the actual savings realized once a modification is made. Let's look at some examples — the company names have been changed, but the figures are real.

Crude Oil, Incorporated, has a 500,000-pound-per-hour boiler for producing process steam. Maintaining dissolved solids at an acceptable level in the feed water requires blow-down at a rate of about 10%. An energy audit on the system showed that about 10 million Btu per hour was being discharged into the waste water pond in the blow-down water. This boiler inefficiency, was costing nearly 14 million Btu per hour in fuel to heat the incoming feed water, or approximately $20 per hour at the contract fuel price. A heat exchanger to transfer heat from the blow-down to the feed costs about $50,000 installed. Payback time: 3½ months!

Parts Manufacturing Company operates two large air compressors for its production facility. The compressors, which are housed in a compressor room, are about 80% efficient, so 20% of the input electric power goes into heating up the air in the room. Room air used to be exhausted to the outside with a ventilating fan. An audit showed that the amount of heat being exhausted was nearly half of that required to heat the company's warehouse space during the winter. A few changes to the ductwork sytem permitted the warehouse return air to be circulated through the compressor room, saving about $1,000 per year in fuel costs.

Words about measurements.

As more detailed accounting procedures are undertaken, it will often be desirable to measure directly certain key quantities, rather than estimating them. Certain measurements can be made using very simple and inexpensive methods; others may require more complicated and costly techniques. Thermometer wells and pressure gauges are relatively simple to install and are quite inexpensive. Measurement of fluid flow is somewhat more difficult. However, if the

measurement is to be made only occasionally (for a periodic energy audit, for example), certain "quick and dirty" methods may be used.

The rate of steam consumption in a steam-jacketed cooker, for example, can be determined by draining the condensate into a bucket and weighing the bucket after a measured period of time. If the condensate is above atmospheric pressure, care must be taken to avoid flashing the liquid to steam, both for safety reasons and for accuracy in the flow measurement. One means of overcoming this problem is to start with the container partially filled with cold water, then drain the condensate through a submerged tube. Any steam resulting from the drop in pressure will be condensed by the cold liquid, and the change in the weight of the container can be determined after the measured time span.

Another technique suggested by one clever plant engineer includes measuring flow rates from compressed air lines. By simply discharging the line into a large plastic garbage bag, the quantity of "air" is measured.

In both of these examples, it is assumed that the conditions are such that opening the flow to the atmosphere will not significantly alter the conditions which existed when the system was closed. In all measurements, care must be taken to ensure that the quantity being measured is not altered by the measurement process itself. For example, a piece of insulation should not be removed in order to measure the pipe wall temperature. The heat leak thus introduced would lower the temperatures such that an inaccurate indication of the conditions existing under the insulation would be obtained. Similarly, thermowells installed in pipes may present a new heat leak path. Thus, care must be taken to properly insulate all installations to assure preservation of the undisturbed conditions.

Other measurements, such as flue gas composition in a boiler or process heater, may be made periodically using portable instrumentation obtainable for a few hundred dollars. Many small companies are investing in pistol-type non-contact thermometers which measure approximate temperatures of surfaces from their infrared emissions. These devices are reasonably reliable and can be used by untrained maintenance personnel for periodic checks.

Measurements for continuous energy monitoring are generally more complex, since they usually involve electrical sensors and electronic recording devices. Advice regarding the pros and cons of various systems can be obtained from equipment manufacturers or instrumentation consultants.

Instrumentation is one of the fastest growing and most competitive areas of modern technology. Since energy auditing involves information, and information means measurement, the development of an up-to-date file of current instrumentation literature pertinent to the company's processes is an important element of the energy management program.

Summary:

The four levels of energy audit form a natural step-by-step progression. At all levels, the object is to produce information which can be used in the energy management feedback loop. Management means control, and adequate control cannot be accomplished without a knowledge of the system being controlled.

At the lower levels of energy accounting, the "control system" might be the plant manager himself, and his "control signal" might be a change in operating procedures or the replacement of a piece of hardware. At the higher levels, control might literally be exercised through the use of an electronic device which actually exerts a continuous influence on plant operations to minimize energy costs. In any case, a clear picture of the plant's energy utilization, obtained through an energy audit, will invariably result in more efficient operation.

APPENDIX A

Exchange of Energy Audit

Alberta Feed Products Company is a rendering plant which dehydrates the by-products of slaughtering operations into solids and fats. The solids are used as high protein additives in animal feed, and the fats for tallow in soap products.

Rendering is an energy intensive process, thus the economics of the business depend strongly on the fuel price and rate of consumption. AFPC's profits, like those of many other industries, have been affected by escalating energy costs. In early 1975 the company instituted an energy management program. As a first step, a historical energy audit was done by the bookkeeper.

ALBERTA FEED PRODUCTS COMPANY
PLANT ENERGY USE DATA FOR 1975

Month	No. of Units Produced (10^6 Pounds)	Electricity (Kw-Hr.)	Natural Gas MCF	Natural Gas BTU/MCF	Natural Gas Total (10^9 BTU)	BTU/Lbs. Produced (10^3)	KWH/Lbs. Produced (10^{-5})
Jan.	7.90	316,667	12,852	970,000	12.46	1.577	4008
Feb.	6.95	279,781	11,257	970,000	10.92	1.571	4025
Mar.	8.10	324,581	12,910	970,000	12.52	1.545	4007
April	7.05	282,895	11,190	970,000	10.85	1.539	4012
May	7.65	306,685	12,107	970,000	11.74	1.535	4009
June	8.00	320,675	12,621	970,000	12.24	1.530	4008
July	8.20	328,590	12,931	970,000	12.54	1.529	4007
Aug.	7.65	306,445	12,113	970,000	11.75	1.536	4005
Sept.	7.45	298,619	11,779	970,000	11.43	1.534	4008
Oct.	7.73	309,852	12,341	970,000	11.97	1.548	4008
Nov.	7.50	300,932	12,384	970,000	12.01	1.601	4012
Dec.	7.80	312,857	12,804	970,000	12.42	1.592	4011

A major finding of the historical audit was that natural gas consumption per unit output in colder months was higher than average and usually a little higher in low volume months.

Obviously a diagnostic audit of major plant components was in order. A quick survey of the facility showed the following major pieces of equipment using purchased energy.

Boilers

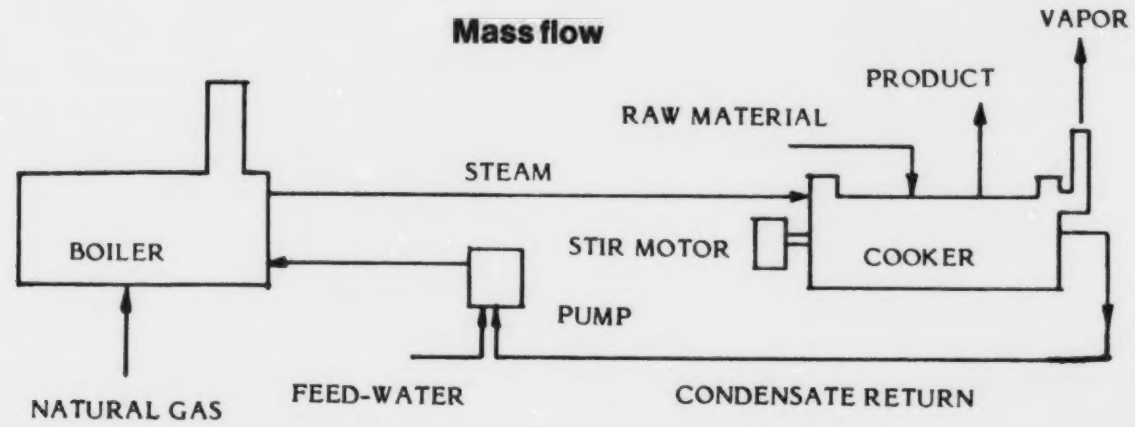
2-600 horsepower
1-300 horsepower

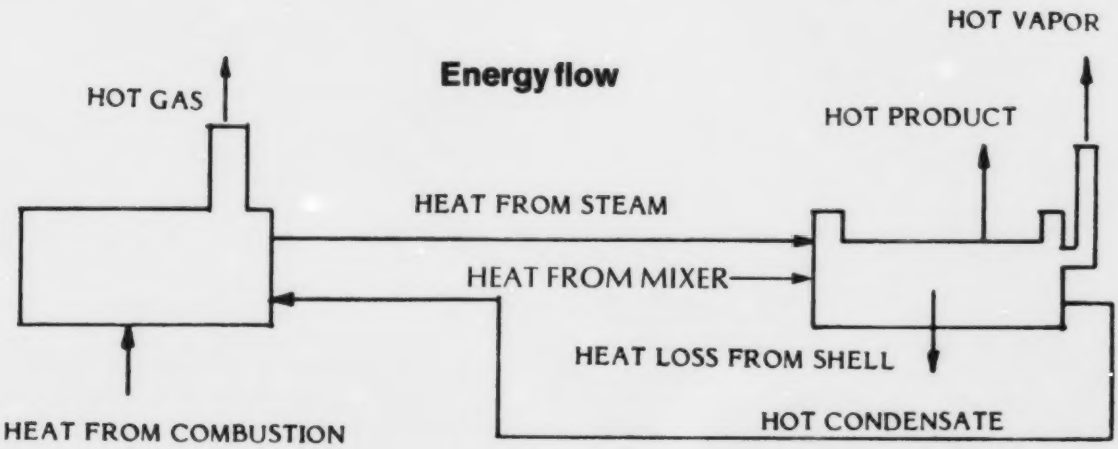
Electric Motors

6-60 horsepower
2-50 horsepower
3-30 horsepower
1-150 horsepower chopper
1-100 horsepower hammer mill
1-200 horsepower screw press

The rendering process is done in a batch mode. About 5000 pounds at a time are loaded into large steam jacket cookers. As the batch is heated it is continuously stirred by a large electric motor. Since natural gas is the major utility cost and represents the single largest cost of operation, the manager decided that a diagnostic audit of the boilers and cookers seemed the most profitable first step.

The first step in a diagnostic audit is to diagram the mass and energy flows.





After completing the diagrams, the manager could easily see where energy inputs were required and where energy losses were occurring. The next task was to quantify both the amounts of energy used in the process and the associated losses. Compared to the boilers, the cookers are relatively easy to analyze, therefore, the manager chose to analyze the cookers first.

Since a known amount of raw material is supplied in each cooking cycle and a known amount of product is produced, the difference between what was entered and what remains is the evaporated water. The manager knew from experience that about 55% of the weight of the raw material remained after processing, and that the remaining material is about 50% fats and solids, and about 5% moisture content remains in the product.

Using formulas from Table 2 the manager could calculate the amount of energy required to heat the material (solids and water) to boiling, as well as the energy required to boil off the moisture.

Table 2

Formulas for Estimating Energy Content of Plant Utilities

Energy in hot water

$$Energy_{HW} \text{ (in BTU's)} = W (T_{Hot} - T_{Cold})$$

Where: W is the weight of water in pounds (or flow rate in lbs/hr)

T_{Hot} = the hot water temperature in degrees F

T_{Cold} = cold water temperature in degrees F

Energy is saturated steam

$$Energy_{St} \text{ (in BTU's)} = Energy_{HW} + (Hv \times W)$$

Where: $Energy_{HW}$ is the energy content of boiler water (use formula 1 and take T_{Hot} as the boiling point (see table below) and take T_{Cold} as the condensate return or feedwater temperature.)

Hv is the heat of vaporization (see table below):

Steam Pressure	Boiling Point	Hv
14.7	212	970
50 psig	298 degrees F	911 BTU/lb.
100	338	880
150	365	857
200	388	837
250	406	820
300	422	799
500	470	751

Energy to produce compressed air

$$Energy_{CA} \text{ (in kilowatts)} = \frac{BHP}{CFM} = (CFM) = (.75)$$

Where: $\frac{BHP}{CFM}$ is obtained from the table below and CFM is the number of cubic feet per minute of air produced.

Air Pressure (psig)	Single Stage Comp.	2-Stage Comp.
50	.15	.15
75	.19	.17
100	.22	.19
125	.25	.21

If you assume that each 5000 pound batch is 50% water and that the average ambient temperature is 70 degrees F, then you may estimate the energy requirement to heat the water content of the material to the boiling point. (The energy required to heat the solids and the losses from the cooker shell are negligible.)

Energy to heat water = pounds ($T_{Hot} - T_{Cold}$)

Energy to heat water = (5000 x .5) (212 – 70)

Energy to heat water = 2500 (142)

Energy to heat water = 355,000 BTU/batch

If you further assume that 45% of the total weight is boiled away and you know that it takes 970 BTU/lb. to change 212 degrees F to 212 degrees F steam, (From Table 2), you can calculate the energy required to dehydrate a 5000-pound batch.

Energy for phase change = pounds x Hv

Energy for phase change = (5000 pounds x 45%) x 970 BTU/lb.

Energy for phase change = 2,182,500 BTU/Batch

It is obvious that the energy required to evaporate the water is much greater than the energy to heat the product to 212 degrees. All of the 2,182,500 BTU's used to evaporate the water are going into the atmosphere. Recovery of this energy represents a significant opportunity for savings.

One possibility is to use the waste heat to preheat the next batch of product. This would save not only energy and dollars but would speed up the batch process and allow more production per cooker each day.

The manager contacted a rendering equipment manufacturer to discuss the design and cost of equipment to recover the energy in the waste steam.

The manager continued his conservation efforts by examining the boilers and electrical equipment. Here too, he found that technically feasible modifications could save energy. Like the possible modifications on the cookers, these too were evaluated for financial soundness. Those found to be both technically and financially feasible were implemented. The manager also decided to form a company energy conservation task force with various members responsible for keeping records and checking the efficiency of equipment on a regular cycle. In this way the manager hoped to develop a periodic audit procedure to keep the company profitable and take advantage of cost effective energy conservation opportunities.

APPENDIX B

Example of an Energy Budget — Theoretical Calculation

For the purpose of this example it is assumed you are endeavouring to ascertain the energy consumed by a water wash tank in the plating room.

The tank is filled and heated every Monday morning in 1 hr. starting at 7 a.m. and maintained at 150° F. until it is drained on Friday afternoon at 5 p.m. (a total of 106 hours). This happens 50 times a year.

The work load of the tank (i.e. parts washed) amounts to 100 pounds of steel per hour. The parts are immersed in the water for 1 hour, entering at 70° F., 8 hrs./day.

The tank is 2 feet wide, 3 feet long and 2 feet deep.

The water depth is 1 ½ feet and is maintained at this depth by adding make-up water at the rate of 1 gallon per hour. Fresh water temperature is 50° F. The ambient temperature is 70° F.

The total theoretical energy input to the dipping tank is calculated for two conditions.

1. tank walls uninsulated and no cover on top.
2. tank walls insulated with 1" of foamed polystyrene and top covered with plastic spheres.

PHYSICAL CONSTANTS

Water:	sp. ht.	— 1.0 btu/lb/°F.
	heat of fusion	— 140 btu/lb.
	heat of vaporization	— 960 btu/lb.
	density	— 62.4 lbs/cu. ft.
Steel Tank:	sp. ht.	— .12 btu/lb/°F.
	density	— 492 lbs/cu. ft.
	thickness	— 1/8 inch

WEIGHTS & AREAS

Volume	= 2' x 3' x 1½'	= 9 cu. ft.
Wt. of water	= 9 x 62.4	= 561.6 lbs.
Area	= 3(2 x 3) + 2(2 x 2)	= 26 sq. ft.
Wt. of tank steel	$= \frac{26 \times .125 \times 492}{12}$	= 133.3 lbs.
Top area	= 2' x 3'	= 6 sq. ft.

A. HEAT-UP REQUIREMENTS

Fundamental formula:

Weight (lbs) × sp.ht. (btu/lb/°F.) × temp. rise (°F.) plus
Weight (lbs) × Heat of Fusion/Vaporization (btu/lb.)

Start-up heat absorbed by:				Tank: Uninsulated btu	Tank: Insulated btu
Water	= 561.6 x 1.0 x (150° − 50°) + 0			56,160	56,160
Tank Steel	= 133.3 x .12 x (150° − 50°) + 0			1,600	1,600
	Total absorbed			57,760	57,760
Losses* from:		Uninsulated	Insulated		
Tank sides	26 sq. ft. (a)	188 btu/sq. ft.	28 btu/sq. ft.	4,900	730
Water surface	6 sq. ft. (a)	917 btu/sq. ft.	228 btu/sq. ft.	5,500	1,370
	Total losses per hour			10,400	2,100
Working heat absorbed by:					
Steel parts	= 100 lbs. x .12 x (150° − 70°) + 0			960	960
Make-up water	= 10 lbs. x 1.0 x (150° − 50°) +0			1,000	
Make-up water	= 2.5 lbs 2/3 × 1.0 × (150° − 50°) + 0				250
	Total input per hour			1,960	1,210
OPERATION					
Heat up	— absorbed in first hour			57,760	57,760
	— average loss in first hour		total losses / 2	5,200	1,050
Working	— input per hour x 8 hr x 5 days per week			78,400	48,400
	— losses per hour x 106 hours per week			1,102,400	222,600
Total energy input per week				1,243,760	329,810
Potential Weekly Saving			(73.5%)		913,950

**available from published curves*
+ evaporation reduced by covering

APPENDIX C

Charts for use in an Energy Conservation Program

Chart 1

Industry: An Energy Budget

Energy use by consumption area and process steps	Actual Energy Used	Theoretical Energy Requirement	Variance between theory & practice	Goal	Change from Previous Month
Examples					
Buildings & Grounds					
Heating					
Shipping					
Lighting					
Machinery					
Receiving					
Laboratory					
Shop					
Assembly					
Combustion					
Waste Disposal					
Cooling					

Chart 2

DEPT._____

Energy Conservation Survey (Sample sheet)

DATE _____

LOCATION	FUEL GAS or OIL LEAKS	STEAM LEAKS	COMPRESSED AIR LEAKS	CONDENSATE LEAKS	WATER LEAKS	INADEQUATE INSULATION	EXCESS LIGHTING	EQUIPMENT OPERATING UNNECESSARILY	BURNERS OUT OF ADJUSTMENT	UNNEEDED HEATING OR AIR COND	PHOTOCOPY MACHINE			DATE CORRECTED
SHIPPING														
RECEIVING														
LABORATORY														
SHOP														
ASSEMBLY														
CHEMICAL STORAGE														
COMBUSTION														
FURNACE ROOM														
UTILITIES														
ADMIN. OFFICES														

Chart 3A

DEPT. _____ **Monthly Energy Use by Department** **DATE** _____

1976	ELECTRIC POWER			NATURAL GAS			FUEL OIL			COAL			COMPRESSED AIR			
	MWh	BTU/MWh	BTU	Mcu ft	BTU/Mcu.ft.	BTU	Gal	BTU/Gal	BTU	TONS	BTU/lb	BTU	Mcu ft	BTU/Mcu.ft.	BTU	
Jan.																
Feb.																
Mar.																
April																
May																
June																
July																
Aug.																
Sept.																
Oct.																
Nov.																
Dec.																
Total																

Char 3B

DEPT. _____

Monthly Energy Use by Department

DATE _____

1976	psig STEAM			Condensate Used or Lost			WATER			TOTAL CONVERSION BTU	No. of Units Produced	Conversion BTU Per Unit of Production	
	M lb.	BTU/M lb.	BTU	M lb.	BTU/M lb	BTU	M lb.	BTU/M lb	BTU				
Jan.													
Feb.													
Mar.													
April													
May													
June													
July													
Aug.													
Sept.													
Oct.													
Nov.													
Dec.													
Total													

Sample of an Energy Conservation Check List

Department _____ Date _____

STEAM SYSTEMS:

Steam at _____ psi, _____ pph winter peak, _____ pph summer demand.

1. Is steam being used at proper pressure for the application? _____
2. Is piping insulation adequate? _____
3. Are all steam traps operating properly? _____
4. Are additional steam traps needed? _____
5. Is all condensate returned to the boiler? _____
6. Can thermal fluids be used for more efficient heating? _____

Comments _____

_____

AIR MANAGEMENT SYSTEMS

1. Are proper temperatures maintained both summer and winter? _____
2. Is humidity control adequate for the operation? _____
3. Is the area properly insulated to minimize heat loss? _____
4. Are exhaust ducts located close to source of fumes? _____
5. Is provision for makeup air adequate? _____
6. Is exhaust from processes such as spray booths automatically controlled? _____
7. Can amount of exhaust air be reduced? _____
8. Is heat recovered from exhaust air? _____
9. Can heat loss be reduced from doors, windows? _____
10. Can timers control heaters, fans, chillers more efficiently? _____

Comments _____

_____

COMPRESSED AIR: Consumption _____ cfm at _____ psi.

1. Are there any leaks in compressed air piping? _____
2. Can small compressors handle after-hours loads? _____
3. Is compressed air properly dried at the compressor? _____
4. Is compressed air properly lubricated where needed? _____
5. Is oil-free air supplied where necessary? _____
6. Are compressed air pressures properly matched to the application? _____
7. Can lower pressure air be substituted for high pressure air? _____

Comments _____

_____

ELECTRICITY

Voltages available _____ , peak electrical demand _____

Total hp induction motors _____ , power factor _____

1. Can peak demand be reduced by cycling non-critical loads? _____
2. Is power factor correction adequate? _____
3. Should synchronous motors be used on larger loads? _____
4. Is voltage adequate on all circuits? _____

Comments _____

_____

LIGHTING: Lighting supplied by (no.) _____ (type) _____ fixtures rated at _____ watts.

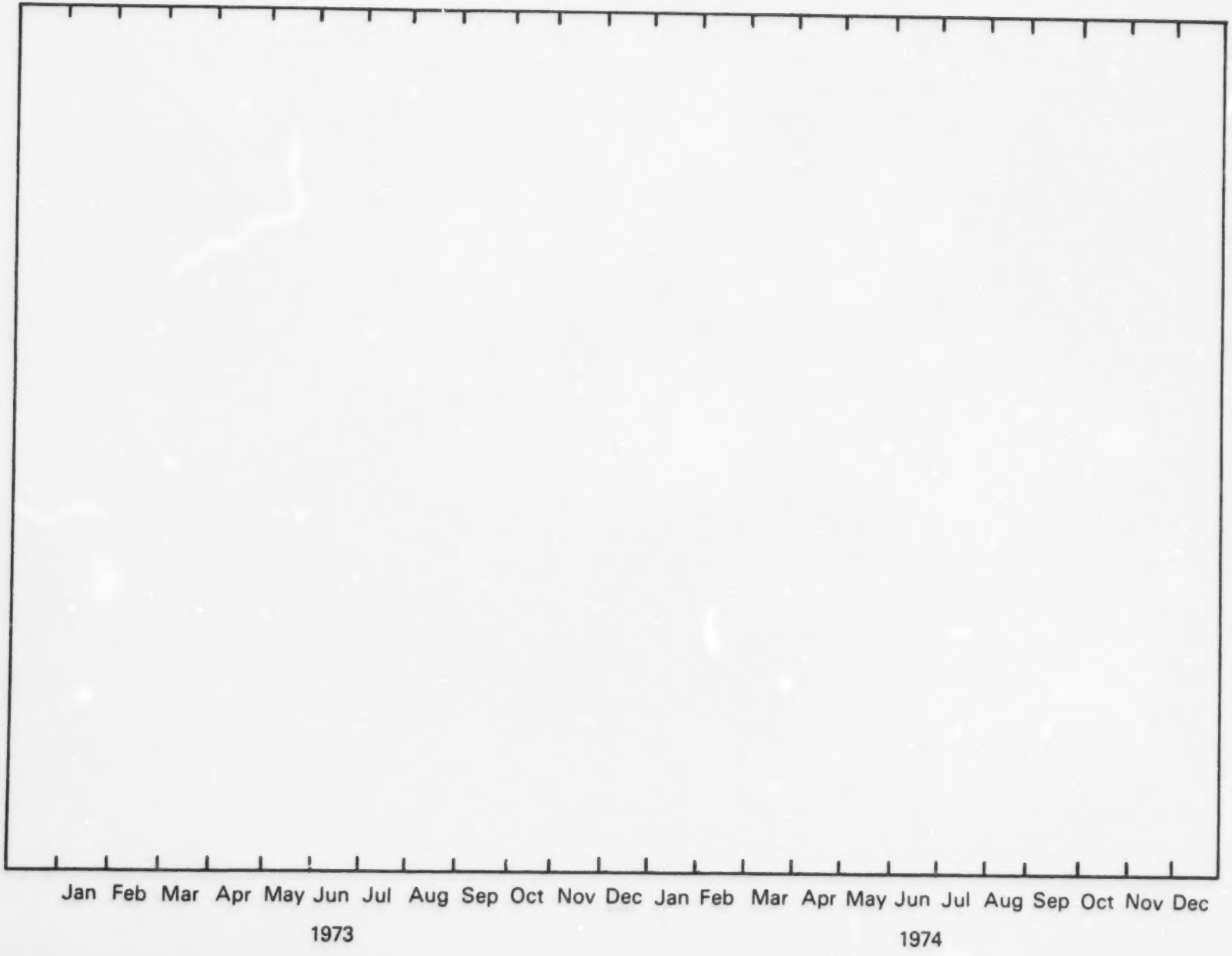
1. Is lighting level suitable for type of activity in the area? _____
2. Who is responsible for turning lights off when not needed? _____
3. Are lighting circuits designed to allow minimal safety lighting? _____
4. Can timers, photoswitches, control exterior lighting? _____
5. Can incandescent lights be replaced with more efficient types? _____

Comments _____

_____

Chart 6

Tracking Chart
Energy Use Per Unit of Production



APPENDIX D

Ontario Ministry of Industry and Tourism Energy Audit

Ontario

Ministry of Industry and Tourism

ENERGY AUDIT

(Confidential)

The purpose of this audit is to:

1. Permit an "on the spot" computer analysis of your energy use and estimate of possible savings.
2. Assist you to develop and implement an energy program to realize these savings.

The form is in two parts. The first is general information about your plant. The second is electrical consumption which can be obtained from your files or directly from your hydro utility if more convenient. Both parts are necessary for the audit.

Company Name		
Address		
Energy Contact	Tel. No.	Date

PART I
CURRENT ENERGY COSTS AND RATIOS

	Units	Cost per Unit	Cost per Year
Electricity	KwH	$.	$
Fuel Oil	Gallons	.	
Natural Gas	M.C.F.	.	
Coal	Tons	.	
Propane	Lbs.	.	
Water	1000 Gals.	.	
		Total	

Annual Sales	$	*Select production units such as pounds, tons, cases suitable for your plant. Use to establish year to year trends.
Energy as % of Sales		
*Production Units		
Energy as dollars/Production Unit		

INSULATION ANALYSIS

Building	Length Ft.	Width Ft.	Height Ft.	Floor Area Sq.Ft.	Perimeter Ft.

Construction	Material	Thickness	Insulation Type	"R" Factor (If known)
Wall				
Roof				

Window Area	% of Wall	☐ single pane ☐ double pane	Skylight Area	% of Roof	☐ single pane ☐ double pane

Comments:

HEATING AND AIR-CONDITIONING

	Type	No.	Size	Fuel	Total BTUs/Hr
Boilers					
Unit Heaters					
Furnace					
Electrical					
Air Conditioners					
Other					

Air Recirculated	☐ Yes	☐ No

Comments:

EXHAUST HEAT ANALYSIS

Exhaust Air

	Blower/Fan Function	Rated C.F.M.	Actual C.F.M.	Exit Air Temperature
1				
2				
3				
4				

Air Make-Up

	BTU Per Hour Input	Rated C.F.M.	Actual C.F.M.	Air Temperature
1				
2				
3				
4				

Comments:

LIGHTING ANALYSIS

Location	Description of Lighting System	Foot Candles at Working Level

WATER ANALYSIS

Gallons Used Per Year	Cost Per Year	Sewer Surcharge Per Year

Input Temperature	Discharge Temperature	Hours Discharged Per Day	Days Discharged Per Year

Water Used For		
1.	2.	3.

Compressed Air Analysis

No. of Compressors	Hours of Operation	Rated H.P.

Process Heat Analysis

Source of Heat	Inlet Temp. °F	Outlet Temp. °F	Consumption Per Hour	Outflow Per Hour
*Air			cu. ft.	cu. ft. *
Steam			Lbs.	Lbs.
Hot Water			Gals.	Gals.
Cooling Water			Gals.	Gals.

*In ovens, furnaces, unit heaters where gas or oil is burned, use the total of fuel and combustion air plus any excess air if present in the outflow.

Comments:

PART 2 – ELECTRICAL POWER ANALYSIS

Please tabulate the last twelve monthly electrical meter readings. Required are:
Demand Kilovolts – Amps. – KVA. Demand Kilowatts – KW. Consumption in Kilowatt Hours –KWH
NOTE: The BILLED DEMAND KW and the METERED KW may be different. If your billing does not indicate BOTH, it will be necessary to obtain this information from your local hydro.

MONTH	KVA	KW	KWH
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

DEMAND CHARGE

First	KW @ No Charge	
Next	KW @	$ /KW
Remaining	KW @	$ /KW
Voltage Transformation Discount (if you own transformer)	@	cents /KW
If own transformer, do you pay 1.5% Metering Penalty?	☐ Yes	☐ No

ENERGY CHARGE

First	KWH @	¢/KWH
Next	KWH @	¢/KWH
Next	KWH @	¢/KWH
Next	KWH @	¢/KWH
Remaining	KWH @	¢/KWH

Comments:

Approval For P.U.C. to Release Information

Name	Title	Signature

IT 1533C (8/76)

Government Assistance for Energy Conservation — The Enterprise Development Program (EDP)

To support energy conservation measures in industry, including waste heat recovery, the Department of Industry, Trade and Commerce is administering its Enterprise Development Program (EDP) to ensure that it supports energy efficiency and if it meets the other criteria of the set out here. If a project can demonstrate the possibility of significantly improving energy efficiency and if it meets the other criteria of the programs, assistance may be granted.

Effective April 12, 1977 the Enterprise Development Program (EDP) replaced the following Industry, Trade and Commerce innovative and adjustment assistance programs:

- **PAIT** — Program for Advancement of Industrial Technology
- **IDAP** — Industrial Design Assistance Program
- **PEP** — Program to Enhance Productivity
- **GAAP** — General Adjustment Assistance Program
- **AAA** — Automotive Adjustment Assistance Program
- **FTIAP** — Footwear and Tanning Industry Adjustment Program
- **PIDA** — Pharmaceutical Industry Development Assistance Program

EDP combines the basic features of these programs and is designed to facilitate co-ordination amongst various forms of assistance making Industry, Trade and Commerce programs more accessible to Canadian industry, particularly smaller and medium-sized businesses.

The EDP Program is administered by the Enterprise Development Board and the regional Enterprise Development Boards all of which report to Cabinet through the Minister of Industry, Trade and Commerce.

EDP objectives

The overall objective of the EDP Program is to enhance the growth in the manufacturing and processing sectors of the Canadian economy by providing assistance to selected firms to make them more viable and internationally competitive.

The thrust of the EDP Program is to increase the effectiveness of the Department's industrial support programs to foster innovation and adjustment. The focus for assistance is on promising smaller and medium-sized firms prepared to undertake relatively high risk projects in relation to their resources which are viable and promise attractive rates of return on the total investment.

How EDP works

There is a typical product life cycle through which all products pass. Generally, this cycle entails the following distinct phases:

a) concept; b) development; c) pre-production; d) production; e) marketing.

Previously, incentive and development programs have been oriented to certain phases of the product life cycle. For example, PAIT was oriented to the concept, development and pre-production phases, while GAAP was oriented to the pre-production, production and marketing phases.

But there are differing problems and risks facing a firm at all phases of the product life cycle. The corporate approach endeavours to examine all of the problems and risks facing a firm at each of the distinct phases of a product life cycle.

Standard operating policy for the EDP Program is to adopt the corporate approach to analysis, that is, to undertake a rigorous analysis of applicant firms and their proposed projects to identify viable businesses with attractive future prospects. The orientation is towards the business plan of the firm to identify present and future requirements for assistance and to tailor one or more forms of assistance under the program together with other government assistance and private sector financing into a "do-able" financing package to suit the applicant company.

This flexible approach is described as "merchant banking" flexibility. A merchant bank

is defined as a financial institution which endeavours to serve its clients by identifying, structuring and providing (or arranging for) all of the types of financing, and financial and management services which are required by a firm to realize its full potential.

This approach may be described as investing in firms, not just supporting projects.

The corporate/merchant banking approach is similar to that of an investor. That is, the approach is to examine the resources of the firm (human, financial, physical and technological); to examine the market opportunities and constraints; and to examine the plans of the firm to marshall its present and attainable resources to exploit its present and future market opportunities.

The decision-making structure

The decision-making structure for the program is addressed in two ways:

a) The decision-making structure for the program is mixed private sector/public sector boards. This is designed to provide pragmatic, market-oriented decisions by using the experience of prominent businessmen in the decision-making process. Further, this provides the responsible officer with guidance and advice in the analysis of firms, and in structuring "do-able" packages of assistance.

Strict confidentiality and conflict of interest guidelines protect the competitive interests of applicant firms.

b) Secondly, the decision making is decentralized to a greater extent with the creation of regional boards with delegated approval limits. This is designed to provide faster decision-making and an awareness of regional business conditions in the decision-making process.

Forms of assistance

The following components of the EDP Program indicate the various forms of assistance available:

a) grants to develop proposals for projects eligible for assistance

b) grants to study market feasibility

c) grants to study productivity improvement projects

d) grants for industrial design projects

e) grants for innovation projects

f) loans and loan insurance for restructuring (plant expansion, equipment modernization, working capital, etc.)

g) special purpose forms of assistance-surety bond guarantees, footwear or tanning industries assistance, DHC-7 sales financing assistance.

Within the context of the overall objective of the EDP Program, each of the various forms of assistance has sub-objectives as described below:

a) **Grants to develop proposals for projects eligible for assistance**

In order to ensure that the more complex proposals for innovation and adjustment assistance are developed on a viable, adequately researched and workable basis, grants to partially offset the cost of qualified consultants can be provided to this end.

b) **Grants to study market feasibility**

Projects for innovation and restructuring often falter or fail due to problems related to markets and marketing. To reduce the risk of projects in this regard, grants to partially offset the cost of the services of expert consultants in this field can be provided before innovation or adjustment assistance is considered.

c) **Grants to study productivity improvement projects**

To encourage feasibility studies of productivity improvement measures which do not require technology which is new to the firm but do involve some risk, grants to partially offset the cost of consultants qualified to conduct such feasibility studies can be provided.

d) **Grants for industrial design**

The objective of grants for industrial design is to assist and to generally promote greater use of qualified industrial design services for products to be mass produced.

e) **Grants for innovation projects**

The purpose of innovation assistance is to increase technological innovation in Canada

where it will lead to industrial growth and economic benefit to both the firm and to the Canadian economy. Grants can be provided to selected projects concerned with the development of new or improved products and processes or service capability incorporating an advance in technology and offering good prospects for profitable commercial exploitation.

Due to the risk and uncertainty which accompany innovation projects, this type of assistance should frequently be provided in conjunction with other forms of assistance, for example, grants to study market feasibility.

f) **Loans or loan insurance for adjustment projects**

The basic purpose of the adjustment assistance aspects of the EDP Program is to facilitate restructuring or rationalization of manufacturing and processing firms in Canada by providing last resort financial assistance. Canada's secondary manufacturing industries frequently have considerable difficulty in meeting international competition both at home and in export markets. While the problems are numerous and complex, one frequent problem is that Canadian manufacturers have in many cases been geared to serve domestic markets under protective tariffs. In order to enhance the viability of secondary manufacturing and processing and to permit Canadian firms to become more internationally competitive, massive private investment in restructuring operations and modernizing equipment and facilities is required. In some cases, usual sources of financing for this purpose are inadequate for some smaller and medium-sized firms and in these cases, loan insurance (guarantees) can be provided through the adjustment assistance components of the Enterprise Development Program.

Direct loans can also be provided to viable Canadian firms engaged in manufacturing or processing but this assistance is restricted to cases where firms have been injured by import competition.

Due to the risks frequently associated with last resort financial assistance, this type of assistance may frequently be provided in conjunciton with other forms of assistance, for example, grants to develop restructuring proposals or grants to study productivity improvement projects.

g) **Special purpose forms of assistance**

The adjustment assistance aspects of the Program are occasionally utilized to structure special purpose forms of assistance to meet more specific objectives.

Three forms of special purpose assistance which are in place are:

i) loans and grants to encourage restructuring of firms engaged in footwear or tanning industries;

ii) insurance on surety bonds for off-shore turnkey projects; and

iii) insurance on loans, leases and conditional sales agreements to air carriers in Canada and the United States to acquire de Havilland DHC-7 aircraft.

These three special purpose forms of assistance are administered by the Central Board and are not included in the delegated approval authority of the regional boards.

Who is generally eligible for assistance?

As a general statement, the orientation of the Enterprise Development Program is to provide assistance to smaller and medium-sized firms engaged in manufacturing or processing activities. Firms in the service sector are, under limited circumstances, also eligible provided the provision of services provides direct, tangible and significant benefit to firms engaged in manufacturing or processing, or the project (such as an innovation project) is to be exploited by a firm engaged in manufacturing or processing activities.

As a matter of policy, the Board will restrict the availability of such assistance to cases where the benefitting manufacturing firm is eligible for assistance.

Applicants for innovation and industrial design assistance must be incorporated. Firms applying for adjustment assistance need not be incorporated to be eligible. However, it is highly desirable that all firms are incorporated before receiving assistance, not only for the Crown's benefit but also for their own benefit. The Crown prefers to deal with limited companies as non-personal legal entities. From the firm's point

of view, incorporation provides protection to its principles by limiting their liability under business obligations.

Each of the various forms of assistance has certain criteria, but generally, the eligibility criteria are as follows:

a) the firm and the project must be viable;

b) for loans and loan insurance, the firm must be unable to obtain financing on reasonable terms; and

c) for grants, the project must represent a significant burden to the firm in respect of its resources.

For more information on the Enterprise Development Program please contact The Program Office, IT&C Ottawa or your nearest Industry, Trade and Commerce Regional Office.

Degree days

In determining — and improving — the efficiency of heating equipment, the concept of "degree days" represents a convenient means of factoring climatic conditions into calculations.

Essentially, degree days provide a 'climatic correction' for efficiency measurement and enable an allowance for weather variations to be made when comparing the efficiency of heating plants for one heating season with the efficiency of equipment during a previous season.

Degree days are also sometimes used as a factor in predicting future heating fuel consumption. However, care must be taken here.

What is a degree day?

The generally accepted definition of a degree day is the daily difference between a base temperature of 18°C and the 24-hour mean outside temperature (when it falls below the base temperature).

It goes without saying that more heat and therefore more fuel is required to maintain an office or factory at a comfortable temperature in cold weather than is required in warm weather. Equally obviously, a heating installation should maintain comfort in inhabited buildings, despite climatic changes in the outside temperature, by keeping to a set room temperature.

Experience and tests based on careful observation have indicated that heat requirements (i.e. fuel consumption) of buildings which maintain an inside temperature of 21°C are closely related to the amount by which the outside temperature falls below 18°C. The explanation of this difference lies in the fact that not all the heat requirements of a building are supplied from its heating plant. Other sources of heat such as people, lift-motors, processes, lights, etc., supply sufficient heat to raise the internal temperature on average by some 3°C. This figure may vary with occupancy and standards of thermal insulation, but for normal use a difference of 3°C is acceptable.

Heat consumption in any given period depends upon temperature and time. Assuming that an outside temperature of 17°C prevails for one day, heating requirements are proportional to (18-17)°C, i.e. 1°C for that day. This one degree difference between outside temperature and 18°C maintained for one day of 24 hours is called

Relationship of degree days to energy consumption

Period	*Degree days (°C)*		*Fuel Consumption (Gallons)*		*Gallons/Degree day*	
	1973/4	1974/5	1973/4	1974/5	1973/74	1974/5
October	172	237	2,842	3,916	16.5	16.5
November	286	237	4,686	3,883	16.4	16.4
December	319	218	5,318	3,634	16.7	16.7
January	280	254	4,586	4,160	16.4	16.4
February	274	291	4,544	4,826	16.6	16.6
March	296	313	4,904	5,186	16.6	16.6
April	207	212	3,469	3,553	16.8	16.8
Total October/April	1,834	1,762	30,349	29,158	16.6	16.6

'one degree day'.

If outside temperatures remained at 17°C for each day of a week, a total of seven degree days would be accumulated. In the same way an outside temperature of 16°C for one week would accumulate two degree days each day, making 14 degree days for the week. It can then be inferred that fuel consumption for the second week would roughly be twice the fuel consumption for the first week.

Unfortunately, temperature does not remain constant during the day so that it is necessary to calculate degree days from temperature readings in a less straightforward manner, which is explained later in this section.

How do degree days relate to fuel used?

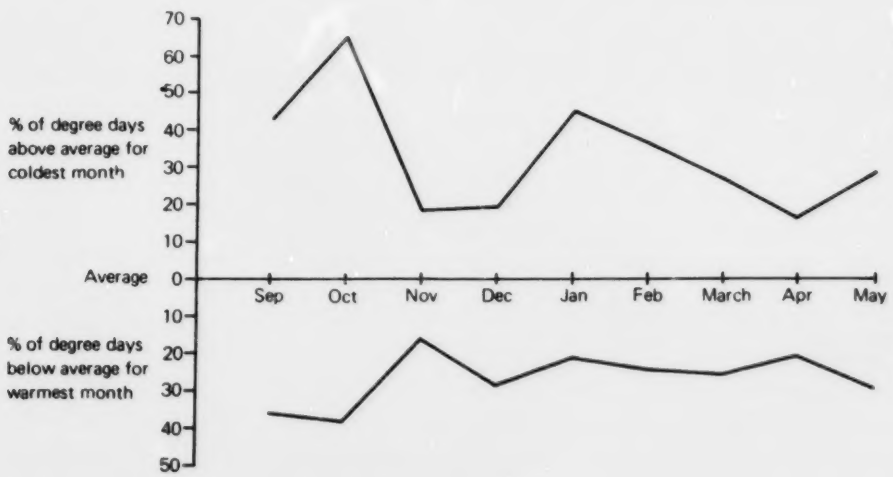
Degree day data may be used to establish whether fuel used for heating buildings is being consumed efficiently. In the first instance, a direct comparison may be made between fuel used over a period with the number of degree days in the same period. Month-to-month variations in fuels used can be explained by proportional changes in degree days or, more effectively, the factor of 'fuel used per degree day' can be derived. This is illustrated by the chart on page 33.

This application of degree days may be of particular interest to supervising engineers who control the heating of a number of buildings of the same type and construction, or because the factor 'fuel used per degree day' can give a useful guide to the likely consumption of fuel in buildings of similar character and size. Even if these buildings are located in different parts of the country the method is still applicable, because up-to-date degree day figures for appropriate areas are available from Fisheries and Environment Canada.

How degree days should not be used.

- If degree day figures are used for short period tests, consistent results cannot be expected.
- Daily or weekly degree days are unlikely to be satisfactory and can give misleading results; it is recommended that monthly figures be used.
- For some industrial and other uses, inside temperatures may have to be maintained at temperatures higher than 21°C. For example, operating theatres in hospitals need an inside temperature of 27°C. For protection against frost some rooms may need to be kept about 8°C. Degree days based on inside heating to 21°C are not valid in such special applications.
- It should be noted that in those buildings where the internal heat output fluctuates significantly (e.g. intermittent use of heat producing machinery), degree days may not give a reliable indication of fuel usage. For buildings where the internal temperature rise is consistent, even if it falls short of, or exceeds, 3°C, relative comparisons based on degree days are valid.

Divergence of warmest and coldest months from 19-year average (1957/8-1975/6).



How accurate are fuel calculations based on degree days?

When related to fuel consumption, degree days assume 'continuous' heating even though buildings may be unoccupied at night and during the weekends. One way to overcome this is to calculate 'intermittent' degree days which would be directly related to the occupied hours of buildings. In order to do this special temperature readings applying to the periods of occupancy have to be obtained. However, buildings with a high thermal capacity take a long time to cool down (or warm up) and for them breaks of less than a day may not be significant.

Fuel consumption is not solely related to temperature. There are other meteorological influences such as wind strength, humidity, solar radiation and cloud, physical characteristics of the building, and the manner in which it is used which also have a significant effect. In addition, for short periods, heat requirements may not be typical of the whole heating season. This makes comparison of fuel consumption with degree days for short terms invalid.

With self-contained heating installations, heating plant efficiency alters in accordance with the demands put upon the system as a whole. Efficiency will probably be lower early and late in the heating season when the load is lighter but will improve as load increases during colder weather.

These factors must be taken into account when considering fuel consumption — and the results obtained seen in this light.

The care necessary in using degree days to predict fuel consumption is illustrated in the chart at left. It shows the variation in monthly degree days between the warmest and coldest month during a 19-year period (for which the data is available). In estimating fuel requirements for, say, December using the calculated figure based on average degree days for December, it is possible that in an individual month between 30 percent less and 20 percent more may be required.

The degree days concept obviously has its limitations. But if used intelligently, it can be an extremely useful tool. (See pages 36 and 37.)

Conversion of monthly heating degree-days from Fahrenheit to Celsius

D. W. Boyd of the Atmospheric Environment Service. who is attached to the National Research Council, investigated the conversion and published his findings in Building Research Note #98- Converting Heating Degree-Days from Below 65°F to Below 18°C. The conversion takes the form shown below and is accurate to within 2 Celsius degree-days per month.

$$C_d = \frac{5}{9} (F_d - K)$$

F_d — is number of heating degree-days per month in Fahrenheit using 65°F as base temperature.

C_d — is number of heating degree-days per month in Celsius using 18°C as base temperature.

K — is a variable correction factor necessitated by the change in base temperature, and is selected from the following table reproduced from the D. W. Boyd paper.

Table 1

F_d	K	F_d	K
1 — 3	0	98 — 114	10
4 — 11	1	115 — 132	11
12 — 19	2	133 — 154	12
20 — 28	3	155 — 180	13
29 — 37	4	181 — 213	14
38 — 47	5	214 — 257	15
48 — 58	6	258 — 323	16
59 — 70	7	324 — 466	17
71 — 83	8	467 and up	18
84 — 97	9		

Examples:

To convert a monthly value of 148 heating degree-days based on 65°F to Celsius heating degree-days base on 18°C, proceed in the F_d column of the above table to 133 — 154 row. Select 12 from the K column and substitute in the above equation.

$$C_d = \frac{5}{9} (148 - 12)$$

C_d = 75.6 or 76 Heating degree-days based on 18°C.

If the value to be converted is 1254 heating degree-days on the Fahrenheit scale, the correction factor K is 18. The conversion then is

$$C_d = \frac{5}{9} (1254 - 18)$$

= 686.6 or 687 Heating degree-days based on 18°C.

Degree days and design temperatures for selected locations in Canada

PROVINCE AND LOCATION	JANUARY DESIGN TEMPERATURE 2½% °C	DEGREE DAYS BELOW 18°C
British Columbia		
Abbotsford	-10	3150
Agassiz	-13	2960
Alberni	-5	3180
Ashcroft	-25	4060
Beatton River	-37	7010
Burns Lake	-30	5720
Cache Creek	-25	4080
Campbell River	-7	3200
Carmi	-24	5210
Castlegar	-19	3747
Chetwynd	-35	5890
Chilliwack	-12	2970
Cloverdale	-8	3030
Comox	-7	3203
Courtenay	-7	3250
Cranbrook	-27	4762
Crescent Valley	-20	4320
Crofton	-6	3140
Dawson Creek	-36	5890
Dog Creek	-28	5110
Duncan	-6	3200
Elko	-28	4900
Fernie	-29	4980
Fort Nelson	-40	7063
Fort St. John	-36	6119
Glacier	-27	5730
Golden	-28	4950
Grand Forks	-20	4050
Greenwood	-20	4520
Haney	-9	3280
Hope	-16	3150
Kamloops	-25	3756
Kaslo	-23	4110
Kelowna	-17	3680
Kimberley	-26	4890
Kitimat Plant	-16	4110
Kitimat Townsite	-16	4130
Langley	-8	2980
Lilooet	-23	4130
Lytton	-19	3220
Mackenzie	-35	5950
McBride	-34	5720
McLeod Lake	-35	5720
Masset	-7	3720
Merritt	-26	4190
Mission City	-9	2980
Montrose	-17	4080
Nakusp	-24	4130
Nanaimo	-7	3010
Nelson	-20	3920
New Westminster	-8	2930
North Vancouver	-7	3090
Ocean Falls	-12	3520
100 Mile House	-28	4900
Osoyoos	-16	3530
Penticton	-16	3514
Port Alberni	-5	3180
Port Hardy	-5	3661
Port McNeill	-5	3480
Powell River	-9	2900
Prince George	-33	5388
Prince Rupert	-14	4117
Princeton	-27	4560
Qualicum Beach	-7	3250
Quesnel	-33	4940
Revelstoke	-26	4073
Richmond	-7	2920
Salmon Arm	-23	4090
Sandspit	-6	3650
Sidney	-6	3090
Smithers	-29	5290
Smith River	-46	7610
Squamish	-11	3140
Stewart	-23	4710
Taylor	-36	5890
Terrace	-20	4430
Tofino	-2	3250
Trail	-17	3650
Uchulet	-2	3250
Vancouver	-7	3007
Vernon	-20	4040
Victoria	-5	3076
Williams Lake	-31	5105
Youbou	-5	3360
Alberta		
Athabasca	-35	6280
Banff	-30	5719
Barrhead	-34	6000
Beaverlodge	-35	5820
Brooks	-32	5290
Calgary	-31	5345
Campsie	-34	6010
Camrose	-33	5720
Cardston	-30	4830
Claresholm	-31	5120
Cold Lake	-36	6450
Coleman	-31	5120
Coronation	-31	5906
Cowley	-31	5150
Drumheller	-31	5570
Edmonton	-32	5589
Edson	-34	5910
Embarras Portage	-41	7490
Fairview	-38	6170
Fort Saskatchewan	-32	5890
Fort Vermilion	-41	7170
Grande Prairie	-36	6145
Habay	-41	7050
Hardisty	-33	5950
High River	-31	5320
Jasper	-32	5532
Keg River	-40	6820
Lac La Biche	-35	6140
Lacombe	-33	5740
Lethbridge	-30	4718
McMurray	-39	6778
Manning	-39	6600
Medicine Hat	-31	4874
Peace River	-37	6424
Penhold	-32	5845
Pincher Creek	-32	5010
Ranfurly	-34	5980
Red Deer	-32	5700
Rocky Mountain House	-31	5550
Slave Lake	-36	6220
Stettler	-32	5590
Stony Plain	-32	5780
Suffield	-32	5360
Taber	-31	4750
Turner Valley	-31	5700
Valleyview	-37	6110
Vegreville	-34	6000
Vermilion	-35	6140
Wagner	-36	6180
Wainwright	-33	6000
Wetaskiwin	-33	5670
Whitecourt	-35	6130
Wimborne	-31	5620
Saskatchewan		
Assiniboia	-32	5340
Battrum	-32	5400
Biggar	-34	5890
Broadview	-34	6080
Dafoe	-36	6360
Dundurn	-35	5840
Estevan	-32	5542
Hudson Bay	-37	6470
Humbolt	-36	6280
Island Falls	-39	7100
Kamsack	-35	6290
Kindersley	-33	5710
Lloydminster	-35	6280
Maple Creek	-31	5180
Meadow Lake	-36	6550
Melfort	-37	6390
Melville	-34	6170
Moose Jaw	-32	5400
Nipawin	-38	6550
North Battleford	-34	6050
Prince Albert	-37	6562
Qu'Appelle	-34	6060
Regina	-34	5920
Rosetown	-33	5860
Saskatoon	-35	6077
Scott	-34	6260
Strasbourg	-34	5890
Swift Current	-32	5482
Uranium City	-44	8210
Weyburn	-33	5720
Yorkton	-34	6239
Manitoba		
Beauséjour	-33	5830
Boissevain	-32	5610
Brandon	-33	6037
Churchill	-39	9213
Dauphin	-33	6150
Flin Flon	-38	6780
Gimli	-34	6030
Island Lake	-36	7210
Lac du Bonnet	-34	5950
Lynn Lake	-40	7820
Morden	-31	5490
Neepawa	-32	5950
Pine Falls	-34	6000
Portage la Prairie	-31	5890
Rivers	-34	5940
St. Boniface	-33	5830
St. Vital	-33	5830
Sandilands	-32	5890
Selkirk	-33	5890
Split Lake	-38	7880
Steinbach	-33	5830
Swan River	-36	6280
The Pas	-36	6852
Thompson	-42	7930
Transcona	-33	5830
Virden	-33	5890
Whiteshell	-34	5950
Winnipeg	-33	5889
Ontario		
Ailsa Craig	-17	3980
Ajax	-20	4080
Alexandria	-24	4580
Alliston	-23	4520
Almonte	-26	4740
Ansonville	-33	6220
Armstrong	-39	6892
Arnprior	-27	4800
Atikokan	-34	6040
Aurora	-21	4300
Bancroft	-27	4960
Barrie	-24	4470
Barriefield	-22	4240
Beaverton	-24	4580
Belleville	-22	4190
Belmont	-17	3980
Bowmanville	-20	4130
Bracebridge	-26	4800
Bradford	-23	4410
Brampton	-19	4200
Brantford	-17	3920
Brighton	-21	4240
Brockville	-23	4300
Brooklin	-20	4240
Burks Falls	-26	5070
Burlington	-17	3700
Caledonia	-17	3920
Cambridge	-18	4130
Campbellford	-23	4410
Camp Borden	-23	4470
Cannington	-24	4580
Carleton Place	-25	4690
Cavan	-22	4470
Centralia	-17	3940
Chapleau	-35	5950
Chatham	-16	3530
Chelmsford	-28	5290
Chesley	-19	4240
Clinton	-17	4130
Coboconk	-25	4740
Cobourg	-21	4190
Cochrane	-34	6230
Colborne	-21	4190
Collingwood	-22	4580
Cornwall	-23	4470
Corunna	-16	3810
Deep River	-29	5180
Deseronto	-22	4080
Dorchester	-18	4030
Dorion	-33	5890
Dresden	-16	3700
Dryden	-34	6080
Dunbarton	-19	4030
Dunnville	-15	3810
Durham	-20	4620
Dutton	-16	3750
Earlton	-33	5866
Edison	-34	6000
Elmvale	-24	4580
Embro	-18	4130
Englehart	-33	5950
Espanola	-25	5070
Exeter	-17	4080
Fenelon Falls	-25	4690
Fergus	-20	4610
Fonthill	-15	3700
Forest	-16	3830
Fort Erie	-15	3590
Fort Frances	-33	5830
Gananoque	-22	4240
Georgetown	-19	4250
Geraldton	-35	6550
Glencoe	-16	3810
Goderich	-16	4190
Gore Bay	-23	4910
Graham	-37	6470
Gravenhurst	-26	4740
Grimsby	-16	3580
Guelph	-19	4220
Guthrie	-24	4520
Hagersville	-16	3920
Haileybury	-32	5830
Haliburton	-27	4920
Hamilton	-17	3710
Hanover	-19	4350
Hastings	-23	4470
Hawkesbury	-25	4800
Hearst	-34	6500
Honey Harbour	-24	4580
Hornepayne	-37	6580
Huntsville	-26	4760
Ingersoll	-18	4030
Jarvis	-16	3860
Jellicoe	-36	6450
Kapuskasing	-33	6366
Kemptville	-25	4540
Kenora	-33	5932
Killaloe	-28	4940
Kincardine	-17	4240
Kingston	-22	4266
Kinmount	-26	4800
Kirkland Lake	-33	6150
Kitchener	-19	4110
Lakefield	-24	4630
Lansdowne House	-39	7110
Leamington	-15	3560
Lindsay	-24	4580
Lions Head	-19	4350
Listowel	-19	4630
London	-18	4068
Lucan	-17	4030
Maitland	-23	4300
Markdale	-20	4690
Martin	-36	6330
Matheson	-33	6220
Mattawa	-29	5340
Midland	-23	4580
Milton	-18	4080
Milverton	-19	4520
Minden	-26	4850
Mississauga	-18	3810
Mitchell	-18	4400
Moosonee	-36	6931
Morrisburg	-23	4410
Mount Forest	-21	4755
Muskoka Airport	-26	4837
Nakina	-35	6540
Napanee	-22	4130
Newcastle	-20	4130
New Liskeard	-32	5830
Newmarket	-22	4350
Niagara Falls	-16	3740
North Bay	-28	5318
Norwood	-24	4520
Oakville	-18	3640
Orangeville	-21	4650
Orillia	-25	4610
Oshawa	-19	4130
Ottawa	-25	4673
Owen Sound	-19	4220
Pagwa River	-34	6330
Paris	-17	4030
Parkhill	-16	3980
Parry Sound	-24	4620
Pembroke	-28	4960
Penetanguishene	-23	4580
Perth	-25	4520
Petawawa	-29	5010
Peterborough	-23	4520
Petrolia	-16	3750
Picton	-21	4080

PROVINCE AND LOCATION	JANUARY DESIGN TEMPERATURE 2½% °C	DEGREE DAYS BELOW 18°C
Plattsville	-18	4130
Point Alexander	-29	5180
Porcupine	-34	6220
Port Burwell	-15	3810
Port Colborne	-15	3640
Port Credit	-18	3700
Port Dover	-15	3830
Port Elgin	-17	4240
Port Hope	-21	4190
Port Perry	-22	4410
Port Stanley	-15	3810
Prescott	-23	4350
Princeton	-17	4030
Raith	-35	6060
Red Lake	-34	6220
Renfrew	-27	4790
Ridgeway	-15	3590
Rockland	-26	4800
St. Catharines	-16	3550
St. Marys	-18	4130
St. Thomas	-16	3850
Sarnia	-16	3840
Sault Ste. Marie	-25	5180
Schreiber	-35	6070
Seaforth	-17	4240
Simcoe	-17	3962
Sioux Lookout	-34	6180
Smiths Falls	-25	4520
Smithville	-16	3920
Smooth Rock Falls	-34	6280
Southampton	-17	4250
South Porcupine	-34	6220
South River	-27	5180
Stirling	-23	4340
Stratford	-18	4300
Strathroy	-17	3920
Streetsville	-18	4080
Sturgeon Falls	-27	5180
Sudbury	-28	5447
Sundridge	-27	5120
Tavistock	-18	4190
Thamesford	-18	4030
Thedford	-16	3860
Thunder Bay	-31	5746
Tillsonburg	-17	3920
Timagami	-30	5570
Timmins	-34	6189
Toronto	-18	4082
Trenton	-21	4116
Trout Creek	-27	5230
Trout Lake	-38	7680
Uxbridge	-22	4450
Vanier	-25	4690
Vittoria	-15	3860
Walkerton	-18	4160
Wallaceburg	-16	3620
Waterloo	-19	4110
Watford	-16	3810
Wawa	-35	5640
Welland	-15	3640
West Lorne	-16	3750
Whitby	-20	4080
White River	-39	6380
Wiarton	-18	4412
Windsor	-16	3590
Wingham	-18	4240
Woodstock	-18	4100
Wyoming	-16	3810
Quebec		
Acton Vale	-24	4690
Alma	-30	5830
Amos	-34	6300
Ancienne Lorette	-25	5110
Arvida	-29	5740
Asbestos	-26	4800
Aylmer	-25	4740
Bagotville	-31	5776
Baie Comeau	-27	5981
Beaconsfield	-23	4470
Beauport	-25	4850
Bedford	-23	4470
Beloeil	-24	4580
Brossard	-24	4520
Buckingham	-26	4900
Cacouna	-25	5400
Campbell's Bay	-28	4850
Camp Valcartier	-25	5120
Chicoutimi	-30	5510
Coaticook	-24	5010
Contrecoeur	-24	4800
Cowansville	-24	4580
Dolbeau	-31	5950
Dorval	-23	4470
Drummondville	-25	4740
Farnham	-24	4590
Fort Chimo	-39	8460
Fort Coulonge	-28	4850
Gagnon	-33	7490
Gaspé	-23	5340
Gatineau	-25	4740
Gentilly	-25	4850
Gracefield	-28	5070
Granby	-25	4580
Great Whale River	-36	8133
Harrington Harbour	-25	6110
Havre St. Pierre	-27	6110
Hemmingford	-23	4580
Hull	-25	4740
Iberville	-24	4630
Joliette	-25	4880
Jonquière	-29	5720
Kenogami	-29	5730
Knob Lake	-38	8229
Knowlton	-24	4630
Kovik Bay	-38	9550
Lachine	-23	4470
Lachute	-25	4850
Lafleche	-24	4520
La Malbaie	-26	5340
La Salle	-23	4470
La Tuque	-29	5350
Laval	-24	4580
Lennoxville	-28	4850
Léry	-23	4520
Les Saules	-25	5010
Lévis	-25	4900
Loretteville	-25	5120
Louiseville	-25	5010
Magog	-26	4730
Malartic	-33	6110
Maniwaki	-29	5319
Masson	-26	4850
Matane	-24	5400
Mégantic	-27	5280
Mont Joli	-24	5353
Mont Laurier	-29	5340
Montmagny	-25	4900
Montreal	-23	4471
Montreal Nord	-23	4470
Mount Royal	-23	4470
Nitchequon	-38	7880
Noranda	-33	6220
Outremont	-23	4470
Percé	-22	5290
Pierrefonds	-23	4470
Pincourt	-23	4520
Plessisville	-26	5120
Pointe Claire	-23	4470
Pointe Gatineau	-25	4740
Port Alfred	-29	5720
Port Cartier	-29	6000
Port Harrison	-38	9070
Preville	-24	4520
Québec	-25	5080
Richmond	-25	4740
Rimouski	-25	5400
Rivière du Loup	-25	5533
Roberval	-30	5740
Rock Island	-24	4900
Rosemere	-24	4580
Rouyn	-33	6220
Ste. Agathe des Monts	-27	5380
Ste Anne de Bellevue	-23	4520
St. Canut	-25	4900
St. Félicien	-31	6000
Ste. Foy	-25	4900
St. Hubert	-24	4540
St. Hubert de Témiscouata	-26	5780
St. Hyacinthe	-24	4650
St. Jean	-24	4630
St. Jérôme	-25	5060
St. Jovite	-27	5290
St. Lambert	-23	4470
St. Laurent	-23	4470
St. Nicolas	-25	4850
Schefferville	-38	8229
Senneterre	-34	6220
Seven Islands	-30	6135
Shawinigan	-26	5110
Shawville	-27	4850
Sherbrooke	-28	5242
Sillery	-25	4900
Sorel	-24	4840
Sutton	-24	4690
Tadoussac	-26	5380
Temiscaming	-30	5220
Thetford Mines	-26	5350
Three Rivers	-25	5070
Thurso	-26	4850
Val d'Or	-33	6146
Valleyfield	-23	4520
Varennes	-24	4630
Verchères	-24	4740
Verdun	-23	4470
Victoriaville	-26	5040
Ville d'Anjou	-23	4470
Ville Marie	-31	5760
Waterloo	-24	4580
Westmount	-23	4470
Windsor Mills	-25	4630
New Brunswick		
Alma	-21	4580
Bathurst	-23	5160
Campbellton	-26	5100
Chatham	-24	4884
Edmundston	-27	5340
Fredericton	-24	4699
Gagetown	-23	4490
Grand Falls	-27	5250
Moncton	-22	4709
Oromocto	-23	4740
Sackville	-21	4590
Saint John	-22	4771
St. Stephen	-22	4580
Shippigan	-22	5180
Woodstock	-26	4770
Nova Scotia		
Amherst	-21	4580
Antigonish	-20	4580
Bridgewater	-15	4190
Canso	-17	4410
Dartmouth	-16	4200
Debert	-22	4580
Digby	-15	3850
Greenwood	-17	4130
Halifax	-16	4123
Kentville	-18	4240
Liverpool	-14	4010
Lockeport	-14	3980
Louisburg	-15	4410
Lunenburg	-15	4190
New Glasgow	-21	4580
North Sydney	-16	4410
Pictou	-21	4580
Port Hawkesbury	-19	4470
Springhill	-20	4580
Stewiacke	-21	4520
Sydney	-16	4459
Tatamagouche	-21	4580
Truro	-21	4704
Wolfville	-19	4300
Yarmouth	-13	4024
Prince Edward Island		
Charlottetown	-20	4623
Souris	-19	4580
Summerside	-20	4600
Tignish	-20	4850
Newfoundland		
Argentia	-13	4600
Bonavista	-17	5010
Buchans	-21	5530
Cape Harrison	-29	6880
Cape Race	-14	5010
Corner Brook	-19	4900
Gander	-18	5039
Goose Bay	-31	6522
Grand Bank	-14	4560
Grand Falls	-21	5100
Labrador City	-35	7770
Port aux Basques	-15	4800
St. Anthony	-24	5940
St. John's	-14	4804
Stephenville	-17	4783
Twin Falls	-35	7820
Wabana	-15	4850
Wabush Lake	-35	7770
Yukon Territory		
Aishihik	-44	8070
Dawson	-50	8274
Destruction Bay	-43	7820
Snag	-51	8640
Teslin	-41	7050
Watson Lake	-46	7510
Whitehorse	-41	6879
Northwest Territories		
Aklavik	-44	9890
Alert	-43	12930
Arctic Bay	-43	11510
Baker Lake	-45	10870
Cambridge Bay	-45	11900
Chesterfield Inlet	-40	10750
Clyde	-41	10930
Coppermine	-44	10700
Coral Harbour	-41	10690
Eskimo Point	-40	9990
Eureka	-47	13340
Fort Good Hope	-46	9340
Fort Providence	-44	8020
Fort Resolution	-42	8100
Fort Simpson	-45	8020
Fort Smith	-43	7852
Frobisher Bay	-40	9845
Hay River	-41	7950
Holman Island	-43	10950
Inuvik	-46	10174
Isachsen	-46	13360
Mould Bay	-45	12990
Norman Wells	-46	8830
Nottingham Island	-38	9720
Port Radium	-44	9170
Rae	-44	8660
Rankin Inlet	-40	10600
Resolute	-44	12549
Resolution Island	-35	8780
Tungsten	-49	8770
Yellowknife	-43	8593

Financial analyses

The nine other booklets in this series contain suggestions for energy savings which will require the investment of capital dollars in order to achieve savings. In some cases, the savings per year may be so large, and the capital cost so small, that the desirability of the project is obvious. In other cases, a more detailed analysis is needed.

In all cases, it is dangerous to reject a program on the basis of a simple "payback" analysis.

In some companies the rule is that any project with a capital requirement of, say, $25,000 or more requires a detailed rate of return analysis— complete with provisions for "discounted cash flow". Projects worth less than this amount can be justified on the strength of simple "payback" analysis.

This approach has two pitfalls:

1. A simple payback analysis will not take into account many factors which could make the energy conservation project appear more attractive than other capital projects competing for top management approval.
2. Performing a more detailed analysis forces the proponent department or manager to fully understand the project and to be better able to defend it orally, should this be necessary, at a management meeting.

This section discusses two of a number of procedures for making a financial analysis of cost saving opportunities. An important factor in the analysis is the amount you are paying for your energy.

The reason for determining energy costs is to allow you to make valid analysis of the actions you might need to take to save energy and money, The cost varies widely with the fuel source used. The following table shows the cost of energy at various fuel and electricity prices.

TABLE 1

Fuel or Electricity Prices

Electricity, $/kWh	Oil, $/gal	Gas, $/Mcf	Propane, $/gal	Coal $/ton	Resulting Energy Cost, $/MMBtu*
0.0034	0.168	1.00	0.1104	24.00	1.00
0.0051	0.252	1.50	0.1656	36.00	1.50
0.0068	0.336	2.00	0.2196	48.00	2.00
0.0077	0.378	2.25	0.2484	54.00	2.25
0.0085	0.420	2.50	0.2760	60.00	2.50
0.0094	0.462	2.75	0.3036	66.00	2.75
0.0102	0.504	3.00	0.3300	72.00	3.00
0.0119	0.588	3.50	0.3864	84.00	3.50
0.0136	0.672	4.00	0.4392	96.00	4.00
0.0171	0.84	5.00	0.5496	120.00	5.00
0.0239	1.176	7.00	0.7692		7.00
0.0341		10.00			10.00
0.0512					15.00
0.0682					20.00

*MMBtu equals one million Btu's

Benefit/Cost Analysis.

The benefit/cost analysis can be used to decide if a capital investment is economically justified, or it can be used as a basis to choose between several alternatives after a decision to invest has been made. First, all benefits and all costs are reduced to a dollar value, and the ratio of benefits to costs is taken. If the ratio is greater than unity, the project may be economically justified and should be more fully examined.

Example - a heat recovery unit for a small heat treating plant costs $55,000 installed. It is estimated that the unit will save $12,000 annually in fuel and have a life of 10 years. Annual maintenance costs will be $500. The benefit/cost ratio is determined as follows:

Benefits = $12,000 − $500 = $11,500 per year.

Costs: Assume money is available at 10% interest, the annual cost will be the amortization cost, or annual payment required to repay the debt at 10% interest in 10 years. This is found by multiplying the total loan by a capital recovery factor, F, as found in Table II. Thus, for an interest rate of 10% for 10 years, F = 0.1628, and cost = $55,000 x 0.1628 = $8,954 and, Benefit/Cost ratio = $11,500/$8,954 = 1.28

The investment is profitable since the benefit/cost is larger than unity.

TABLE II

Capital Recovery Factor - F

Yrs.	Interest Rate				
n	6.0%	7.0%	8.0%	10.0%	12.0%
5	0.2374	0.24389	0.25046	0.26380	0.27741
10	0.1359	0.14238	0.14903	0.16275	0.17698
15	0.10303	0.10979	0.11683	0. 13147	0.14682
20	0.0872	0.09439	0.10185	0.11746	0.13388
25	0.0782	0.08581	0.09368	0.11017	0.12750
30	0.0726	0.08059	0.08883	0.10608	0.12414
40	0.0665	0.07501	0.08386	0.10226	0.12130

Example — It has been decided by a small manufacturing company to make a capital investment in a waste-water, heat recovery unit. Two systems are available:

System - A:
Total Cost $14,000
Annual operation and maintenance costs $ 900

System - B:
Total Cost $12,000
Annual operation and maintenance costs $ 1,400

Both systems reduce energy utilization by the same amount, and both systems have estimated lives of 15 years. Money is available at 10%.

Which system should provide the greater long term savings? Net Benefit per year of System - A over System - B - $500. Additional cost of System - A over System - B = $2,000. For 10% interest rates over 15 years, the capital recovery factor, is F = 0.1315 (from Table II). Thus, the cost per year for the additional $2,000 of capital investment is:

Cost = $2,000 x 0.1315 = $263.
and
Benefit/cost = $500/$263 = 1.90

Although the original cost of System - A is 16.7% more than System - B, System - A will provide the greater long term savings over the life of the system.

Time to Recoup Investment (Payback)

Another approach is to determine how long it will take to recoup the investment required to accomplish a particular energy (dollar) savings. It is assumed that the annual savings is used to pay off the required loan at the current interest rate. If the investment is recouped in a period less than the life of the equipment, the investment is considered profitable. Table III can be used to estimate the "time to recoup investment".

TABLE III

Years to Recoup Investment

Investment/ Savings Ratio	Interest Rate 6%	8%	10%	12%
2	2.19	2.27	2.34	2.42
3	3.41	3.57	3.74	3.94
4	4.71	5.01	5.36	5.77
5	6.12	6.64	7.27	8.08
6	7.66	8.50	9.61	11.2
7	9.35	10.7	12.6	16.2
8	11.2	13.3	16.9	28.4

Example — It has been estimated that an investment of $22,500 is required to update the air-conditioning and heating system equipment and controls installed in an older five-story office building. The life of the system will be extended for ten years. The annual savings in energy purchased, plus reduced maintenance cost should be approximately $5,500. Money is available at 10% interest. To find the time to recoup the investment the following ratio is calculated:

Capital investment/annual savings = $22,500/$5,500 = 4.09

Referring to Table III, at an investment/savings ratio of 4, and an interest rate of 10%:

Time to recoup investment = 5.36 years

This is less than the extended life of the system, and so the investment would be profitable.

These examples of cost analysis do not, of course, take into consideration important considerations such as "opportunity cost" (the value of the money spent if it were to be spent in some other way), or the impact of the provincial and federal taxes.

It is recommended that, if an investment of any significant size is being considered, a more detailed analysis of the life-cycle costs be carried out.

Abbreviations

A	ampere
ac	alternating current
MMM	billion
MMM Btu	billion Btu
bhp	brake horsepower
Btu	British thermal unit
C	degree Celsius (Centigrade)
cfm	cubic feet per minute
cu ft	cubic feet
d	day
dc	direct current
eff	efficiency
°F	degree Fahrenheit
fpm	foot per minute
ft	foot
gal	gallon
gpm	gallons per minute
h	hour
hp	horsepower
i.d.	inside diameter
in	inch
M	thousand
Mcf	thousand cubic feet
KVA	kilovolt ampere
kVAR	kilovolt ampere reactive
Kw	kilowatt
Kwh	kilowatt hour
lb	pound
ln	logarithm (natural)
MM	million or mega
MMBtu	million Btu
min	minute
mo	month
o.d.	outside diameter
oz	ounce
PF	power factor
psi	pounds per square inch
psia	pounds per square inch absolute
psig	pounds per square inch gauge
q	rate of heat transfer (Btu/h)
ROI	return on investment
rpm	revolutions per minute
sec	second
sat	saturated
sq ft	square foot
std	standard
t	temperature
V	volt
W	watt
wk	week
yr	year
Δ	delta or difference

Major subject index — books 1-10

First number indicates book, second indicates page number.

Abbreviations 1/40
Air conditioning, condenser coils 2/5
Air curtains 2/33, 3/6
Automobiles, usage 7/4, 7/21
Blinds and drapes 2/4
Boilers, blowdown 6/4, 6/21
Boilers, controls 5/27-29, 5/37
Boilers, conbustion air 3/16
Boilers, efficiency 5/21-26, 6/3
Boilers, feedwater control 6/24, 6/28
Boilers, heat recovery equipment 5/28
Boilers, metering 6/21
Boilers, operation and maintenance 5/27, 6/3, 6/20, 6/23
Boilers, replacement 5/36
Boilers, waste heat 3/12
Building heating and cooling loads 2/2
Budget, theoretical calculation 1/17
"C" 2/7
Cam controllers 4/9
Capacitors 4/10
Carpools, general 8/6
Carpools, organization and operation 8/7-10
Carpool savings 8/5, 8/7
Caulking 2/3
Chemicals, low temperature 3/23
Clothing, standards 2/9
Coil, preheat 2/8
Combustion air intake 5/34
Combustion air preheating 5/34, 5/38
Compressed air, general 6/13
Compressed air, pressure reduction 6/18, 6/30
Compressed air replacement 6/24
Compressors, line leak estimates 6/16
Compressors, operation and maintenance 6/15-17, 6/22
Compressors, selection 6/14
Compressors, utilization 6/14
Compressors, waste heat recovery 2/5, 6/18-20, 6/23
Computers, waste heat 2/5
Controls, computerized 2/34
Conveyors, speed reduction 4/10
Cooling towers 3/17
Dampers, leaking 2/10
Degree days method 1/33, 2/7
Degree days, Canadian locations 1/36-37
Degree days, fahrenheit-celsius 1/35
Down time elimination 4/11, 5/12
Electric motors, efficient usage 2/5
Employee motivation, basics 10/2-4
Employee motivation, education 10/9
Employee motivation, involvement 10/6-8, 10/10
Employee motivation, measurement 10/5-6
Employee motivation, publicity 10/8
Employee transportation, general 8/2-5
Energy audits 1/6
Energy audit, continuous 1/11
Energy audit, diagnostic 1/8, 1/14
Energy audit, historical 1/7
Energy audit, Ontario forms 1/26-29
Energy audit, periodic 1/11
Energy balances 1/10
Energy budget 1/17-22
Energy charts 1/19-22, 25
Energy management program 1/4, 2/2
Energy conservation, check list 1/23-24
Enterprise development program (EDP) 1/30
Enthalpy controls 2/35
Exchange of energy audit 1/13
Expanders, gas and vapour 3/13
Fans, ceiling 2/12-13, 2/33, 2/39
Fans, reduced running 2/10
Filters, activated carbon 2/6
Filtration, waste solutions 3/18
Financial analysis 1/38
Financial analysis, benefit-cost 1/38
Flanges, insulation 6/5
Flue gas analysis 5/16
Flue gas recovery 3/6
Furnaces, cycling 5/12
Furnaces, efficiency monitoring 5/14
Furnaces, firing modifications 5/36
Furnaces, excess air control 5/9, 5/39
Furnaces, fuel consumption 5/15
Furnaces, leaks 5/11
Furnaces, modification 5/39
Furnaces, types 5/17-19
Grants, government 1/30
Hammer mills 4/13
HVAC, automatic controls 2/10
HVAC, free cooling 2/12
HVAC, guidelines 2/15-20, 9/4-6
HVAC, maintenance and cleaning 2/8
Heat balances 5/2-8

Heat balances, measurement 5/15-17
Heat curtains 2/13
Heat exchangers 3/5
Heat exchangers, economizers 3/18
Heat exchangers, heat pipes 3/10, 3/21
Heat exchangers, heat wheels 3/9, 5/35
Heat exchangers, liquid run around 3/13, 3/19
Heat exchangers, parallel plate 3/10
Heat exchangers, recuperators 3/6, 3/24
Heat exchangers, shell and tube 3/12
Heat exchangers, finned tube 3/11
Heat gain, internal 2/5
Heat gain, solar 2/4
Heat losses, buildings 2/3
Heat loss, common computerized analysis 2/13
Heat loss, process tanks 3/2
Heat pumps 2/14, 3/14
Heat recovery 2/13, 3/4, 5/10
Heat recovery, boiler blowdown 3/21
Heat recovery, compressor cooling water 3/17
Heat recovery, digester blow heat 3/20
Heat recovery, dryer exhaust 3/17, 3/20
Heat recovery, efficiency 3/13-14
Heat recovery, flue gas 3/16, 3/24, 3/26, 5/38, 6/29
Heat recovery, incinerator exhaust 3/16, 3/22, 3/26, 5/35
Heat recovery, oven exhaust 2/39, 3/19
Heat recovery, sterilizing retorts 3/22
Heat recovery, textile waste water 3/21
Heat reservoirs 2/13
Heat shields 2/5
Heat stratification 2/12
Heating, hot water 2/37
Heating, infra red 2/3, 2/10, 2/13, 2/40
Heating, wire mesh 2/14, 2/44
Humidity, controls 2/9
Incinerators, pyrolysis 5/31
Insulation, combustion equipment 2/5
Insulation, calculation of requirements 2/7
Insulation, comparison 2/6
Insulation, cookers 5/36
Insulation, fire protection 2/8
Insulation, furnaces 5/11, 5/35
Insulation, hot air ducts 2/5
Insulation, hot water pipes 2/5
Insulation, process equipment 2/5
Insulation, roofs, ceilings 2/4-7
Insulation, steam pipes 2/5, 6/6
Insulation, tanks 2/5, 3/19, 3/25-26, 6/27
Insulation, walls 2/6
Lamps, ballasts 2/21, 2/23
Lamps, lumen depreciation 2/30
Lamps, efficiency 2/21-25
Lamps, re-strike times 2/24-25
Lamps, types 2/23-27
Leaks, compressed air and steam 6/5-6, 6/22, 6/29
Lift trucks general 7/3, 7/22
Lift trucks, maintenance and operation 7/3, 7/23
Lighting, "color" 2/26, 9/8
Lighting, exterior 2/41
Lighting, group relamping 2/29-32
Lighting, levels recommended 2/22
Lighting, maintenance and cleaning 2/29-30, 2/32
Lighting, level reduction 2/21-22, 2/35
Lighting, most efficient sources 2/22-29, 2/36-37, 2/39
Lighting, office 9/6-8, 9/15, 9/17
Lighting, photoelectric controls 2/22
Lighting, reflective surfaces 2/30, 2/38
Lighting, switches 2/22
Lighting, task 2/24, 9/6
Lighting, reduced levels 2/5, 9/6
Lighting, timer controls 2/22, 2/41
Lighting, unnecessary 2/21-22, 2/42
Lighting, ventilation effect 2/30
Load factor 4/4-7
Loading dock doors 2/3, 7/4, 7/21-23
Lubrication, automatic 4/9
Motors, synchronous 4/13
Motors, variable speed drive 4/7
Office practices, general 9/2, 9/9, 9/12
Office practices, machine usage 9/9-10
Office practices, maintenance 9/15
Office practices, paper usage 9/10
Office practices, purchasing 9/11
Ovens, paint 4/10
Paint, one-coat 4/11
Peak demand control 4/2, 4/11-12
Peak demand controllers 4/5-7, 4/12
Plant utilities, energy content 1/15
Power factor 4/3-4
Power factor, correction 4/10, 4/13
Precipitators, electrostatic 2/34
Pressure, negative 2/6
Production scheduling 4/2-3
"R" factor 2/7
Regenerators 3/11
Rinse tank controllers 3/24
Roof, urethane foam 2/8, 2/43
Scheduling 4/2-3, 4/11, 4/14, 5/13
Shut-off, manual and auto 4/9
Skylights 2/3-4
Space heaters 2/9
Spray cooling 2/4
Steam injection 6/24

Steam systems, general 6/2
Steam systems, condensate recovery 6/9-11
Steam systems, condensate tanks 6/27
Steam systems, flash steam 6/9, 6/30
Steam systems, heat transfer 6/7
Steam systems, lower pressure 6/6
Steam systems, pressure reduction 6/28
Steam systems, steam traps 6/8, 6/25
Steam systems, tracing 6/12, 6/25
Steam systems, waste heat 6/29
Temperatures, appropriate settings 2/12
Temperatures, monitoring 2/11
Temperatures, night set back 2/10, 9/3
Temperatures, reduced 2/5, 2/9-10, 2/38, 9/3
Temperatures, unoccupied areas 2/10, 9/3
Thermostat systems 2/13, 9/3, 9/5
Thermostats, dual 2/34, 9/3, 9/5
Tires, radial 7/7-8
Trucking, automatic transmissions 7/11
Trucking, axle ratios 7/16
Trucking, diesel vs. gasoline 7/8, 7/18, 7/21
Trucking, double trailers 7/11
Trucking, drag reduction 7/9-12
Trucking, driver education 7/6
Trucking, economy measures 7/19, 7/24
Trucking, engine speed de-rating 7/16
Trucking, fan clutches 7/13-14
Trucking, fuel additives 7/1, 7/25
Trucking, future alternatives 7/17-18
Trucking, horsepower de-rating 7/15
Trucking, load optimization 7/5
Trucking, lubricants 7/19-20
Trucking, maintenance 7/7
Trucking, routing 7/5
Trucking, self steering axles 7/16
Trucking, tire selection 7/6-7
"U" factor 2/10
Vanpools, company incentives 8/14
Vanpools, fare calculation 8/20
Vanpools, general 8/10-12
Vanpools, legalities 8/14-15
Vanpools, organization and operation 8/12-14, 8/17-19
Ventilation, reduction 2/5, 2/33, 2/40, 2/44, 9/15
Walls, expansion 2/8, 2/35
Washers 3/16, 3/23
Waste materials, combustion 2/14, 5/30-34, 5/37, 5/39-40
Water, office use 9/8-9, 9/16
Windows 2/3-4, 9/3
Windows, reflective film 2/4
Windows, tinted glass 2/4, 9/17

SI USAGE

Derived SI Units Having Special Names

Quantity	Unit	Formula	Symbol
Frequency	hertz	s^{-1}	Hz
Force	newton	$kg \cdot m/s^2$	N
Pressure or Stress	pascal	N/m^2	Pa
Energy or Work	joule	N·m	J
Power	watt	J/s	W
Electric charge	coulomb	A·s	C
Electric potential	volt	W/A	V
Electric resistance	ohm	V/A	Ω
Electric conductance	siemens	A/V	S
Electric capacitance	farad	C/V	F
Magnetic flux	weber	V·s	Wb
Magnetic flux density	tesla	Wb/m^2	T
Inductance	henry	Wb/A	H
Luminous flux	lumen	cd·sr	lm
Illuminance	lux	lm/m^2	lx

Common Equivalents and Conversions

Approximate Common Equivalents
1 in. = 25 mm
1 ft. = 0.30 m
1 yard = 0.91 m
1 mile = 1.6 km
1 sq. in. = 6.5 cm^2
1 sq. ft. = 0.09 m^2
1 sq. yd. = 0.84 m^2
1 acre = 0.40 ha
1 cu. in. = 16 cm^3
1 cu. ft. = 28 dm^3
1 cu. yd. = 0.76 m^3
1 quart (liq) = 1.1 ℓ
1 gallon = 4.5 ℓ
1 oz. (Avdp.) = 28 g
1 lb. (Avdp.) = 0.45 kg
1 hp (UK) = 0.746 kW
1 lbf. = 4.4 N
1 psi = 6.9 kPa

Some Other Derived SI Units

Quantity	Unit	Symbol
Area	square metre	m^2
Volume	cubic metre	m^3
Velocity-angular	radian per second	rad/s
Velocity-linear	metre per second	m/s
Acceleration-angular	radian per second squared	rad/s^2
Acceleration-linear	metre per second squared	m/s^2
Density (mass per unit volume)	kilogram per cubic metre	kg/m^3
Moment of force	newton metre	N·m
Viscosity-dynamic	pascal second	Pa·s
Thermal conductivity	watt per metre kelvin	W/(m·K)
Thermal flux density, Irradiance	watt per square metre	W/m^2
Thermal capacity or Entropy	joule per kelvin	J/K
Permeability	henry per metre	H/m
Permittivity	farad per metre	F/m
Thermal resistance (R value)	square metre kelvin per watt	m^2K/w
Energy density	joule per cubic metre	J/m^3

SI PREFIXES

Multiplying Factor	Prefix	Symbol
1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	exa	E
1 000 000 000 000 000 = 10^{15}	peta	P
1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T
1 000 000 000 = 10^{9}	giga	G
1 000 000 = 10^{6}	mega	M
1 000 = 10^{3}	kilo	k
100 = 10^{2}	hecto	h
10 = 10^{1}	deca	da
0.1 = 10^{-1}	deci	d
0.01 = 10^{-2}	centi	c
0.001 = 10^{-3}	milli	m
0.000 001 = 10^{-6}	micro	μ
0.000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0.000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
0.000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
0.000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a

Some Non-SI Units Used with the SI

Unit	Symbol	Value in SI Units
minute	min	1 min = 60 s
hour	h	1 h = 3600 s
day	d	1 d = 86 400 s
degree (of arc)	°	$1^\circ = (\pi/180)$ rad
minute (of arc)	′	$1' = (\pi/10\,800)$ rad
second (of arc)	″	$1'' = (\pi/648\,000)$ rad
litre	l or ℓ	1 ℓ = 1 dm^3 = 10^{-3} m^3
tonne	t	1 t = 10^3 kg = 1000 kg
hectare	ha	1 ha = 10 000 m^2

HOW TO ORDER

The Enersave Series of Industrial Energy Conservation Manuals

The Enersave set of ten industrial energy conservation manuals is available for $5.45 (including cost of binder, postage and handling) by completing the order form and sending with your cheque or money order to:

Master Mailers
P.O. Box 9705, Terminal Ottawa
Ottawa, Ontario K1G 3Z4

A6

Make remittance payable to:

Master Mailers
P.O. Box 9705, Terminal Ottawa
Ottawa, Ontario, Canada
K1G 3Z4

Name: _____

Title: _____

Name of Firm: _____

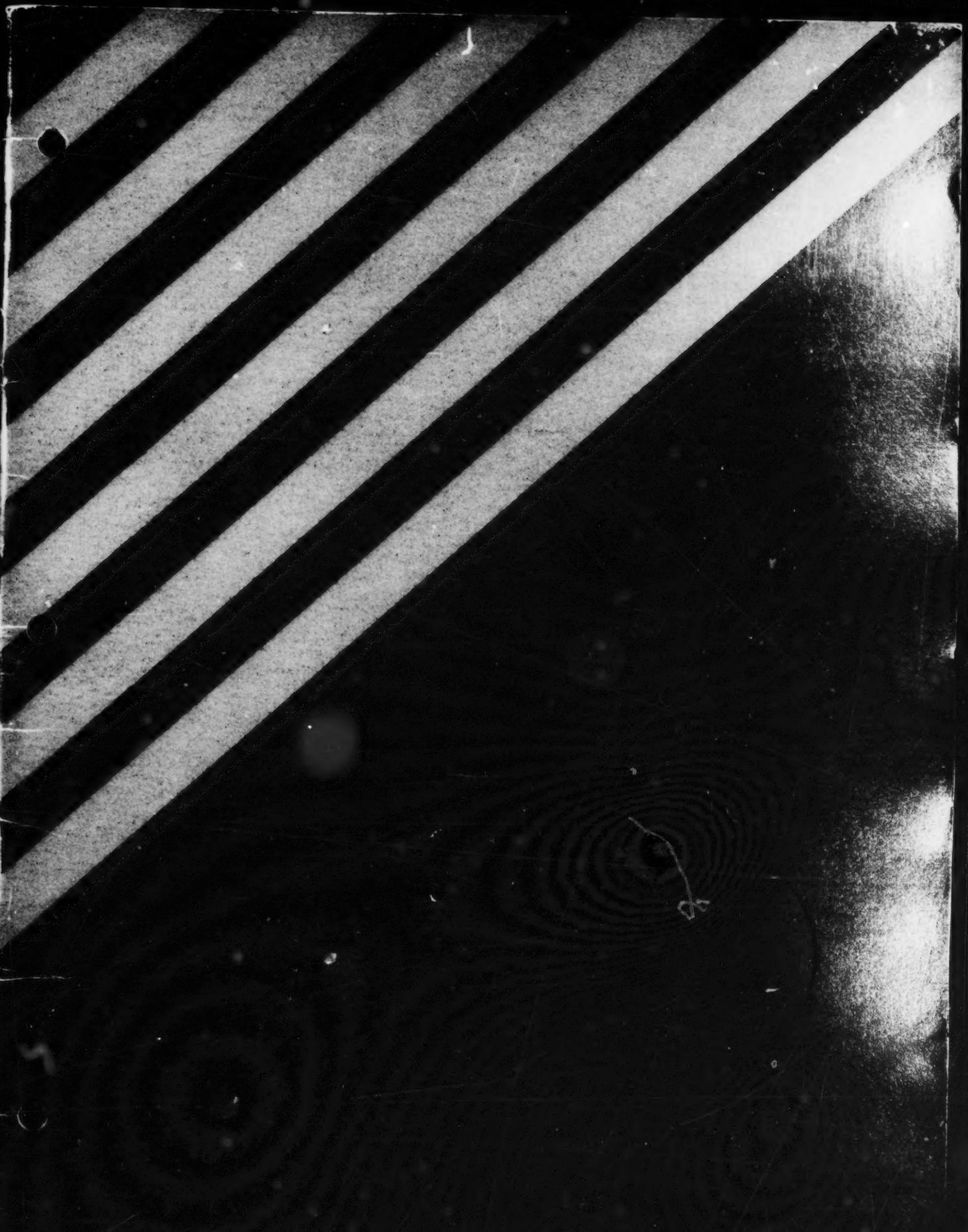
Address: _____

City: _____

Province: _____ Postal Code: _____

If individual copies of one or more of this series are required for special distribution by your firm, please make your request in writing to:

Office of Energy Conservation
580 Booth St. 17th Floor
Ottawa, Ontario
K1A 0E4



Conseil de révision — rédaction

J.R. Brooks, 3M Canada Limitée

W.H. Chadwick, Hydro-Ontario

B.J. Davies, Canron Limited

A.C.S. Hayden, Laboratoire canadien de recherche sur la combustion

H.B. Howe, Conseiller en énergie

P.A. Mitcham, International Harvester Canada

G. Perris, Du Pont du Canada Limitée

C. Planzer, Dominion Textile Limitée

R.D. Pollock, Canada Wire and Cable Limited

H.L.C. Reynolds, Shell Canada Limitée

J.Rudniski, General Motors of Canada

B. Wenzi, Inco Limitée

R.C. Walterson, Thames Valley Beverages Ltd.

M.B. Zgola, La Brasserie Labatt du Canada Limitée

Table des matières

Introduction	1
Conservation de l'énergie	1
Application d'un programme efficace	3
Grandes lignes du programme	3
Vérification de la consommation d'énergie	5
Appendices	11
Aide gouvernementale	28
Degrés-jours	30
Analyse coût/bénéfice	37
Index des sujets principaux	39

E1-77-8

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1980

N° de cat. M91-2/1-1980F
ISBN 0-662-90873-2

Publié en vertu de l'autorisation du
Ministre de l'Énergie, des Mines, et des Ressources

GUIDE/INDEX 1

Guide et index

Introduction

La présente brochure d'introduction traite de la raison d'être de la conservation de l'énergie dans le climat économique actuel et tente de définir les concepts communs et de donner les définitions nécessaires pour tous les sujets traités. On pourrait s'en servir comme moyen de trouver dans d'autres manuels des sources précises d'aide et de renseignement.

Conservation de l'énergie

"Rien de nouveau sous le soleil"

Voilà un proverbe populaire et qui, utilisé à bon escient, renferme une grande part de vérité.

Par exemple, lorsqu'il s'agit de conservation de l'énergie, on ne peut appliquer le proverbe au pied de la lettre. Depuis déjà un certain temps on met au point de nombreuses nouvelles techniques qui, bien utilisées, peuvent faciliter l'économie d'énergie.

Il est vrai que plusieurs des techniques et des équipements destinés à aider l'industrie à économiser l'énergie existent déjà depuis longtemps. Sauf pour de légères modifications, les grands principes n'ont pas tellement changé.

Ce qui a le plus changé, c'est le contexte économique de l'industrie, qui est aujourd'hui plus difficile. La concurrence est omniprésente, tant au pays qu'à l'étranger. Souvent, les compagnies doivent trouver des moyens de réduire les coûts et les frais généraux pour atteindre au moins le seuil de rentabilité. La conservation de l'énergie n'est que l'une des avenues explorées par les compagnies soucieuses d'économie.

Ce qui est peut-être encore plus important, c'est que le coût de l'énergie en tant que combustible et élément vital de l'industrie a augmenté d'une manière alarmante ces dernières années. Les projets de conservation de l'énergie proposés ces dernières années par les services techniques de différentes compagnies à travers le Canada, projets auxquels à l'époque on ne prêta aucune attention, sont maintenant l'objet d'une réévaluation à la lumière des nouvelles exigences en matière d'économie d'énergie.

En fait, de nombreuses compagnies ont maintenant compris qu'il faut évaluer les projets de conservation de l'énergie à la lumière des futures exigences économiques car il est certain que dans notre monde industriel en perpétuelle évolution, il faut s'attendre à une augmentation du coût de l'électricité et du combustible. Et ce n'est pas dû uniquement à l'action des cartels internationaux comme l'OPEP mais dû encore davantage au coût de plus en plus élevé de production de l'énergie, provenant des sources conventionnelles plus lointaines, ou obtenue grâce à de nouvelles techniques coûteuses en voie d'être mises au point.

"Qui ne risque rien n'a rien"

Voilà un autre proverbe qu'on entend souvent. Mais cette fois-ci on peut l'appliquer intégralement et sans restriction au domaine de la conservation de l'énergie.

En d'autres mots, si une compagnie refuse de prendre des risques calculés avec son capital, elle ne doit pas s'attendre à réaliser des profits.

C'est la situation à laquelle les compagnies doivent faire face lorsqu'elles étudient la possibilité d'investir dans des programmes de conservation de l'énergie, sauf que dans leur cas, le risque est minime.

Avant d'engager des sommes pour produire et lancer un nouveau produit, une compagnie peut faire une étude de marché très poussée. Mais tant que le produit n'est pas offert aux acheteurs éventuels, la compagnie n'est jamais sûre que le produit se vendra. Et selon la nature du produit et le marché, la compagnie ne sait pas pour combien de temps le produit continuera de se vendre, ni continuera de rapporter; tout dépend des changements technologiques, des tendances, des styles ou de la mode du moment.

En fait, il existe très peu de situations qui assurent à l'administration d'une industrie qu'elle réalisera des bénéfices importants sur le capital investi.

C'est précisément ce que les programmes de conservation de l'énergie offrent aux industries tout en améliorant dans bien des cas la productivité et le moral des employés.

Par conséquent le défi à relever, c'est de faire comprendre à ceux qui tiennent les cordons de la bourse, à quel point la conservation de l'énergie est un investissement intéressant. Il offre un taux de bénéfice précis et garanti tout en diminuant les coûts de production de la compagnie et la rendant plus concurrentielle.

Par contre, la compagnie qui ne réduit pas ses coûts et ne pratique aucune politique d'économie de l'énergie sera très désavantagée par rapport à ses concurrents si ceux-ci sont sensibilisés au problème et ne perdent aucune occasion d'économiser l'énergie.

La plupart des administrateurs sont sensibilisés au grave problème énergétique. Ils savent que le pays va bientôt manquer d'énergie, en particulier

de l'énergie venant des hydrocarbures, et que pour le bien du pays il faut économiser l'énergie sous toutes ses formes.

Donc, jusqu'à un certain point, la haute administration est déjà favorable aux programmes de conservation de l'énergie. Mais pour ces administrateurs il est aussi important d'accroître leurs bénéfices, et de nombreuses demandes sont habituellement formulées au moment de la présentation du budget en vue de déterminer un montant fixe à consacrer à divers projets d'investissement. Par conséquent, les programmes de conservation de l'énergie doivent être présentés comme toute autre occasion d'investissement. C'est-à-dire qu'il faut alors faire toutes les recherches possibles, bien documenter les propositions et présenter une étude très approfondie sur les bénéfices que rapporteront cet investissement.

En résumé, grâce à certaines contraintes tactiques, le gestionnaire d'usine ou le spécialiste en conservation d'énergie devrait pouvoir faire à la haute direction une offre très alléchante ou au moins, aussi intéressante que les autres possibilités d'investissement.

Il faut commencer par les programmes qu'on peut instaurer facilement et qui ne nécessitent pas d'investissement. Choisir les premiers projets de conservation de l'énergie non seulement en raison de leurs possibilités sur le seul plan de la conservation de l'énergie, mais parce que leurs avantages seront vérifiables par les employés et l'administration.

Tenez une "feuille de route". En résumé, faites tout en votre possible pour que la conservation de l'énergie soit considérée comme un investissement sûr et non comme un caprice momentané qui ne sera plus prioritaire dans cinq ans.

Mais souvenez-vous que la direction d'une usine et toutes les personnes intéressées doivent être convaincues de la valeur du programme, doivent avoir le courage de leurs convictions et surtout qu'ils doivent être prêts à en promouvoir l'adoption, à justifier la nécessité d'investissements pour lancer les programmes, qui finiront par rapporter à la compagnie puisqu'ils économiseront l'énergie et donc des dollars.

En fait, le but de cette première série de guides est d'offrir une source de renseignements en matière de conservation d'énergie à beaucoup de gestionnaires d'industries canadiennes chargés d'économiser l'énergie pour leur compagnie.

Les fascicules ne sont pas une source exhaustive d'information sur aucun des grands domaines traités. Mais elles se veulent une source utile d'explications, de référence et de documentation et, par-dessus tout, une source d'inspiration.

Elles ne visent pas à permettre aux compagnies canadiennes d'entreprendre tous les programmes de conservation de l'énergie sans avoir recours aux services de conseillers, d'entrepreneurs et de représentants des fournisseurs. Elles n'offrent pas non plus des solutions faciles à des problèmes compliqués.

Mais elles proposent des idées qui peuvent être appliquées intelligemment à toutes sortes de situations au sein de l'industrie, en ne perdant pas de vue la rentabilité et toutes les variables avec lesquelles on doit compter.

D'une certaine façon, toutes les usines sont différentes. Par conséquent, certaines méthodes peuvent ne pas être applicables à certains endroits. Mais il est à espérer que les brochures offriront au milieu industriel assez d'information pour l'inciter à appliquer certains programmes dans le domaine de la conservation de l'énergie.

La présente brochure d'introduction contient des renseignements généraux; elle aborde aussi d'autres sujets qui touchent la conservation de l'énergie. Les sections traitent de l'application d'un programme efficace, de la vérification de la consommation d'énergie; des jours-degrés, des analyses financières en matière de conservation d'énergie, des subventions gouvernementales, des tables de conversion au système métrique et de formules et expressions utiles. Mais la plus importante fonction du guide est de fournir un index croisé pour tous les fascicules.

Puisque les sujets traités sont très nombreux, il a été difficile de garder la même présentation pour toutes les brochures. En général, chacune contient une introduction, des exemples de cas précédents, et une liste de brèves suggestions. La brochure traitant de la motivation de l'employé ne contient toutefois aucun cas précis tiré du passé.

Certains sujets se recoupent, comme dans les brochures traitant du chauffage et du contrôle du combustible. Dans ce cas, veuillez consulter l'index du guide pour connaître toutes les références.

L'utilisation des brochures sera fonction des besoins du lecteur; on espère que ces brochures seront souvent consultées et qu'on ne les rangera pas sur une tablette avec les autres "documents de référence".

Un mot sur les unités de mesure et les coûts

Pour plus d'uniformité, tous les chiffres sont donnés en mesures anglaises, à moins d'indication contraire. Une table de conversion pour toutes les unités est jointe à tous les manuels.

Nous attirons votre attention sur les chiffres de dollars, en particulier lorsqu'il s'agit de cas précédents. Les coûts de l'énergie ont été refondus en un seul pour chaque produit. Les coûts en énergie ont été convertis en coûts unitaires pour chaque bien. Ceux-ci nous ont été fournis par *National Utility Services* comme pôle de comparaison pour tenir compte des disparités régionales canadiennes dans le domaine des coûts de l'énergie.

Presque tous les coûts d'investissement sont indiqués en dollars courants ou du moins en dollars récents; très peu remontent à plus de cinq ans et on n'a pas tenté de convertir les coûts d'investissement ni d'exploitation en dollars constants. Par conséquent, les lecteurs devraient considérer ces nombres comme représentant un ordre de grandeur et remplacer leurs propres chiffres lorsqu'ils tenteront d'appliquer la formule à la situation de leur propre usine.

Application d'un programme efficace

La présente section du guide décrit et illustre toutes les mesures nécessaires pour lancer et appliquer un programme efficace de conservation d'énergie. Vous pouvez vous en servir à titre de guide pour concevoir votre propre programme à la mesure des besoins et des possibilités de votre compagnie. Qu'il s'agisse d'une grande ou d'une petite compagnie, voici les quatre grandes étapes dans la conservation de l'énergie:

- Engagement et objectifs de la haute direction
- Étude sur la consommation de l'énergie
- Mesures pour économiser l'énergie
- Élaboration de mesures permanentes.

Les éléments essentiels à la réussite d'un programme sont abordés dans la présente section, ainsi que les façons de procéder. La brochure sur la motivation de l'employé donne des renseignements supplémentaires au sujet de l'engagement financier de l'administration, de la publicité et de la participation des employés et la partie consacrée aux vérifications de la consommation d'énergie et souligne l'importance du contrôle de la consommation et des pertes d'énergie.

Grandes lignes du programme

1. Engagement financier de la haute direction.

A. Renseigner les superviseurs des compagnies sur:

1. les raisons économiques qui exigent la conservation de l'énergie;
2. leurs tâches en ce qui concerne la mise en oeuvre de programmes de conservation d'énergie dans le domaine de leur compétence.

B. Mettre sur pied un comité qui devra concevoir et diriger un programme de conservation de l'énergie et qui sera formé:

1. des représentants de chaque service dans l'usine;
2. d'un coordonnateur nommé par l'administration et qui devra lui faire des rapports sur le travail accompli par le comité.

NOTA: Dans les petites entreprises, l'administrateur et son personnel peuvent diriger un programme de conservation de l'énergie et les considérer dans le cadre de ses fonctions administratives.

C. Donner au comité les grandes lignes du travail qu'il doit accomplir:

1. planifier des études dans le domaine de l'économie de l'énergie et y participer.
2. Élaborer un système uniforme de comptabilité de la consommation de l'énergie, de tenue de registres et de rapports.
3. Faire des recherches en ce qui concerne des façons de ménager l'énergie et concevoir des moyens d'y arriver.
4. Faire part de ces idées et de ces suggestions.
5. Suggérer des objectifs difficiles à atteindre mais réalisables en vue d'économiser l'énergie.
6. Élaborer des idées et des plans destinés à faire collaborer les employés au programme.
7. Planifier et diriger un programme permanent d'activités destiné à intéresser le personnel à la conservation de l'énergie.

D. Établir les buts à atteindre dans le domaine de la conservation de l'énergie:

1. fixer un premier but à atteindre au début du programme.
2. Plus tard, réviser ce premier but à la lumière des économies possibles d'énergie à partir des études faites à ce sujet.

E. Utiliser les services de spécialistes venus de l'extérieur pour étudier la situation de l'usine et pour faire des recommandations, si c'est nécessaire.

F. Régulièrement, communiquer aux employés la politique de l'administration en matière de conservation de l'énergie et leur faire part des résultats obtenus.

II. Étude de la consommation et des pertes d'énergie.

A. La première étude vise à identifier les pertes d'énergie qui peuvent être corrigées par les services de l'entretien ou d'exploitation, par exemple:

1. pertes de vapeur ou autre source d'énergie,
2. fournaises nécessitant des réglages,
3. réparer l'isolation ou en ajouter,
4. des machines fonctionnant lorsque ce n'est pas nécessaire,
5. une utilisation non efficace de la surface dont on dispose.

B. Faire une étude pour déterminer s'il est nécessaire de posséder des instruments supplémentaires pour mesurer la consommation d'énergie et si le coût de leur installation est justifiable.

C. Établir un système destiné à mesurer l'énergie consommée et l'énergie dont on dispose pour chaque étape de fabrication pour déterminer en détail:

1. l'énergie qui entre sous forme de matières premières et autres formes,
2. l'énergie affectée au service des rebuts,
3. l'énergie dont on dispose pour les sous-produits,
4. l'énergie nette appliquée au produit principal,
5. l'énergie perdue ou gaspillée.

NOTA: Des équivalents énergétiques devront être trouvés pour toutes les matières premières, carburants et autres formes d'énergie afin que toutes les valeurs énergétiques soient exprimées en BTU.

D. Analyser en profondeur le système destiné à mesurer l'énergie consommée et l'énergie dont on dispose pour chaque étape de fabrication:

1. Est-ce que la chaleur perdue peut être récupérée pour la transformer en vapeur ou est-ce qu'on peut s'en servir pour chauffer l'eau ou une matière première?
2. Est-ce qu'une étape de fabrication peut être éliminée ou modifiée d'une manière ou d'une autre afin de réduire la consommation d'énergie?
3. Est-ce qu'une autre matière première avec des possibilités énergétiques moins élevées peut être utilisée?
4. Y a-t-il un moyen d'améliorer la production?
5. Est-ce qu'il est justifiable de:
   a) remplacer le vieil équipement par un nouveau qui utilise moins d'énergie?
   b) remplacer une usine de transformation désuète et inefficace par une nouvelle qui utilise moins d'énergie?

E. Périodiquement, faire des études sur la consommation d'énergie, les fins de semaine et la nuit.

F. Planifier des études portant sur certains systèmes et appareils comme:

1. système utilisant la vapeur,
2. système à air comprimé,
3. moteurs électriques,
4. conduites au gaz naturel,
5. système de chauffage et de climatisation de l'air,
6. autre utilisation de l'électricité.

III. Mise en oeuvre d'un programme de conservation de l'énergie

A. Remédier aux pertes d'énergie décelées dans la première étude en prenant les mesures qui s'imposent au niveau de l'entretien ou des opérations, faire les choses les plus simples en premier lieu.

B. Dresser la liste de tous les projets de conservation de l'énergie découlant des analyses sur l'énergie disponible et l'énergie utilisée, des études, etc. Évaluer et choisir les projets de mise en oeuvre:

1. calculer l'économie d'énergie annuelle pour chaque projet.
2. prévoir ce que coûtera l'énergie dans l'avenir et calculer les économies annuelles en dollars.
3. estimer le capital à affecter au projet ou le coût des dépenses.
4. évaluer si les projets sont rentables en mesurant par exemple le produit des placements, etc.
5. déterminer la priorité des projets en fonction de leur valeur d'investissement.
6. choisir les projets de conservation d'énergie et demander qu'on y affecte les fonds nécessaires.
7. mettre sur pied les projets autorisés.

C. Revoir la conception de tous les projets d'investissement, comme les nouvelles installations, les agrandissements, les nouveaux édifices, etc., afin de s'assurer que la conception prévoit une utilisation efficace de l'énergie.

NOTA: Il ne faut pas oublier la disponibilité de l'énergie en ce qui concerne le nouvel équipement et les décisions se rapportant à l'usine.

IV. Élaboration de moyens permanents de conservation de l'énergie.

A. Mesurer les résultats:

1. dresser un tableau de l'énergie utilisée par unité de production, par service.
2. dresser le tableau de la consommation d'énergie par unité de production pour toute l'usine.
3. superviser et analyser les tableaux représentant les BTU par unité de production, en ne perdant pas de vue les effets de certaines variables complexes, comme la température extérieure, le niveau de production, la composition du produit, etc.
   a) Comparer le rapport B.T.U./unité de production avec le rendement passé et le rapport théorique B.T.U./unité de production.
   b) Observer les répercussions des mesures de conservation de l'énergie ainsi que la mise en application du projet sur la diminution du rapport B.T.U./unité de production.
   c) Rechercher, déterminer et corriger ce qui a pu causer une augmentation du rapport B.T.U./unité de production, si c'est réalisable.

B. Poursuivre le travail du comité sur la conservation de l'énergie.

1. Tenir périodiquement des réunions.
2. Chaque membre du comité est le trait d'union entre le comité et les superviseurs de chaque service représenté.
3. Périodiquement mettre à jour les listes de projets se rapportant à la conservation de l'énergie.
4. Planifier et participer à des études sur la conservation de l'énergie.

5. Renseigner sur les techniques destinées à conserver l'énergie.
6. Planifier et diriger un programme permanent d'activités et d'information pour stimuler l'intérêt dans le domaine de la conservation de l'énergie.
7. Stimuler la collaboration avec les organismes locaux en vue de la conservation de l'énergie.

C. Faire participer les employés dans les domaines suivants:

1. comité sur la conservation de l'énergie;
2. cours de formation sur la conservation de l'énergie;
3. manuel sur la conservation de l'énergie;
4. régime de primes à l'initiative;
5. reconnaissance des réalisations dans le domaine de la conservation de l'énergie;
6. faire des exposés techniques sur des sujets comme l'éclairage, l'isolation, les purgeurs de vapeur, et autres sujets;
7. affiches, décalques, collants;
8. publicité dans les bulletins et journaux de l'usine.
9. publicité dans les media d'information;
10. lettres sur la conservation de l'énergie dans les foyers;
11. exposés devant des organismes locaux.

D. Évaluer le programme.

1. Étudier les progrès réalisés en matière de conservation de l'énergie.
2. Évaluer les premiers objectifs fixés.
3. Étudier les modifications au programme.
4. Revoir les objectifs si c'est nécessaire.

Éléments d'une vérification de la consommation d'énergie

De nombreux hommes d'affaires savent, de nos jours, que la vérification de leur consommation d'énergie est aussi importante à la vitalité de leur entreprise que la vérification de leur rendement financier.

Tout comme les vérifications financières, les vérifications de la consommation d'énergie indiquent non seulement les quantités dépensées mais, ce qui est encore plus important, la façon et l'endroit précis où ces ressources sont affectées. Ces vérifications ne procurent toutefois pas nécessairement la solution finale au problème; elles indiquent plutôt où résident les meilleures possibilités d'économie et par conséquent où il faut concentrer les efforts. Elles assurent l'efficacité des activités et une analyse intéressante de la rentabilité des investissements.

Quelques provinces possèdent actuellement des "véhicules de la conservation de l'énergie" et leur personnel vous aidera sur demande, à effectuer ces vérifications, à l'aide d'un ordinateur. D'autres provinces étudient actuellement ce principe. Vous trouverez en annexe le questionnaire qu'utilise le personnel du véhicule de la conservation de l'énergie de l'Ontario pour effectuer une vérification. Toutefois, si ce genre de programme n'existe pas dans votre province, les renseignements suivants vous aideront à vérifier votre consommation d'énergie. Les tableaux et annexes, à la fin du présent chapitre, devraient vous aider à obtenir la documentation nécessaire.

La somme de travail nécessaire.

Supposons que vous possédiez une petite entreprise comptant quelques machines, une petite chaudière et quelques employés. Les vérifications n'ont pas besoin d'être compliquées. Un ingénieur d'usine ou un contremaître chargé de l'entretien peut, si les systèmes sont simples, effectuer une vérification en quelques heures. Vous apprendrez ainsi où il est possible de réduire et même de supprimer le gaspillage.

La complexité de la vérification et le nombre de détails nécessaires dépendent de la complexité de la production même et de l'utilisation éventuelle des renseignements recueillis. Une petite opération de moulage de plastique par injection, par exemple, peut ne nécessiter l'emploi que d'une seule matière première, d'électricité et d'eau. Une analyse sommaire peut indiquer que la chaleur de l'eau utilisée pour refroidir les moules peut servir ailleurs dans l'usine pour économiser sur la facture de gaz. Parce que l'énergie ne représente qu'une part minime du coût de cette méthode de production, un seul coup d'oeil à l'utilisation de l'énergie peut suffire.

Par contre, une usine pétrochimique constitue un système extrêmement complexe. L'abondance de matières premières utilisées et la multiplicité des produits exigent une analyse technique soigneuse.

C'est pourquoi les réponses aux questions "Quelle doit être la complexité de la vérification?" et "Quelle somme de travail y consacrer?" sont fonction de la diversité des techniques industrielles et des personnes qui les dirigent.

Comment procéder?

Les méthodes de vérification de la consommation d'énergie comprennent quatre étapes. En commençant par la plus simple et la moins coûteuse, il y a:

1. la vérification des antécédents de l'entreprise;
2. la vérification initiale de la consommation d'énergie;
3. la vérification périodique de la consommation d'énergie;

4. la vérification permanente de la consommation d'énergie.

À la fin de chaque étape, il devient facile de déterminer s'il faut passer à l'étape suivante ou à une partie de celle-ci. De nombreuses petites entreprises peuvent se contenter de la première ou peut-être des deux premières étapes. Mais à mesure qu'augmente la complexité des techniques industrielles, la troisième et la quatrième étape deviennent nécessaires.

Dans tous les cas, toute entreprise dont le coût énergétique total dépasse 5% des dépenses brutes ou $1 000 par mois devrait penser sérieusement à accomplir au moins l'étape nº 1, la vérification des antécédents.

Étape nº 1 — Vérification des antécédents de l'entreprise.

Aucune compétence technique n'est habituellement nécessaire pour vérifier les antécédents et les résultats peuvent souvent servir à déterminer comment étudier en profondeur chacun des secteurs de l'usine.

Cette méthode utilise les rapports de comptabilité et de production. Une attention particulière devrait être accordée à la consommation totale d'énergie par unité de production de l'usine au cours des dernières années et une mise en tableau de ces chiffres est essentielle.

L'appendice C est un moyen pratique de rassembler des données sur la consommation énergétique à partir de rapports précédents sur les services généraux auxiliaires et la production. Les données concernant directement les combustibles ne sont pas compliquées et on peut les obtenir en consultant les factures. Voici quelques "valeurs calorifiques" typiques dont on peut se servir en remplissant le tableau 1:

Gaz naturel — 1 000 B.T.U./pi cube
Mazout (nº 2) — 166 000 B.T.U./gallon
Mazout (nº 6) — 180 000 B.T.U./gallon
Charbon —
bitumineux — 14 000 B.T.U./lb
sub-bitumineux — 10 500 B.T.U./lb
Lignite — 7 500 B.T.U./lb

On peut obtenir des valeurs plus précises en s'adressant aux fournisseurs, mais elles apparaissent souvent directement sur les factures.

Vous remarquerez que l'utilisation d'énergie électrique est inscrite à l'appendice C en kilowatts-heure au lieu d'être convertie en B.T.U. Si vous produisez votre propre électricité, les kilowatts-heure ne seront pas indiqués; vous inscrirez alors la valeur en B.T.U. du combustible utilisé.

L'expression "unité de production" sera ou non évidente, selon la nature de l'opération. Le taux de production d'une raffinerie de pétrole, par exemple, correspond directement au nombre de barils de pétrole brut traités pendant une période donnée. L'unité de production pourrait donc être dans ce cas le "baril de pétrole". Supposons, toutefois, qu'on analyse le fonctionnement d'un atelier d'usinage de précision où la plus grande partie de la consommation d'énergie est liée au fonctionnement du bâtiment et à différents appareils d'usinage.

Il est peu probable que les produits de cet atelier varieront énormément dans leur complexité, leur volume et la quantité d'énergie dépensée. Il faut donc faire preuve de jugement pour choisir la méthode appropriée, parce que l'atelier d'usinage ou une autre opération de production très diversifiée, les heures-hommes ou la valeur du dollar de la production peuvent constituer "l'unité" appropriée.

La dernière quantité à déterminer est l'utilisation d'énergie par unité de production (en kilowatts-heure et en B.T.U.). Ces quantités sont de bien meilleurs indices du rendement de la consommation d'énergie que les quantités brutes d'énergie consommée. Après avoir déterminé "l'efficacité générale de l'énergie", on peut s'en servir pour comparer les améliorations obtenues grâce à des modifications du fonctionnement ou de l'équipement. Une étude des données peut également révéler certains faits qui détermineront immédiatement les mesures à prendre pour telle pièce d'équipement. Il faut cependant être prudent car les taux de production varient d'un mois à l'autre, et comme ces variations peuvent considérablement influencer le rapport énergie dépensée par unité produite, il ne conviendrait pas de comparer ces rapports pendant une période de forte production avec ceux d'une période de faible production.

Une étude de vos rapports pourrait révéler, par exemple, que lorsqu'une nouvelle machine a été ajoutée à la chaîne de production, la consommation moyenne d'énergie par unité de production a diminué le mois suivant. Il faudrait peut-être alors étudier de plus près la consommation de la nouvelle machine par rapport aux autres. On peut effectuer une analyse des coûts en se fondant sur les prix courants et prévus du combustible et de l'électricité. Cette analyse vous permettra de déterminer s'il serait économique de remplacer certains vieux appareils.

Étape nº2 — Vérification initiale de la consommation d'énergie

Même si l'exemple donné permettait de prendre une décision pour un certain appareil, la vérification des antécédents ne fournit normalement qu'une indication de l'efficacité de l'énergie pour toute l'usine. Une vérification initiale de la consommation d'énergie serait donc normalement essentielle pour constater la dépense d'énergie d'éléments ou de techniques précis de votre usine. Il s'agit donc dans ce cas d'une analyse technique de chaque élément ou groupe d'éléments ou de techniques. Cette analyse se fonde sur les données actuelles ou estimés de fonctionnement et sert à déterminer la quantité d'énergie dépensée pour une machine, une étape ou toute une opération.

On y parvient en effectuant un "bilan de la masse" sur le débit de tous les matériaux utilisés et un "bilan de l'énergie" sur les débits et la transformation de l'énergie dans l'élément du système étudié. Dans les deux cas, le principe physique fondamental est le suivant: ni la masse ni l'énergie n'est détruite au cours du fonctionnement. Tout ce qui entre doit sortir ou être emmagasiné par le système. Il devient alors possible, par l'application de ce principe, de connaître exactement les moyens d'utiliser efficacement l'énergie.

Le tableau qui suive illustre les principes fondamentaux des bilans de l'énergie et de la masse. Les flèches indiquent le débit de la masse ou de l'énergie. Des mesures ou des estimations appropriées de ces débits commenceront à vous donner une idée claire du fonctionnement des appareils. La détermination des valeurs pour le bilan de l'énergie peut exiger des mesures directes ou une évaluation.

Lorsqu'on ne mesure pas directement les débits de la masse ou de l'énergie, il est important de connaître le rapport entre le temps de fonctionnement et le temps de repos. Une méthode simple de connaître ces données consiste à installer un cadran électrique près de la machine pendant une période prédéterminée, une journée ou un cycle de production, par exemple. Le temps écoulé qui apparaît sur le cadran, divisé par le nombre d'heures totales indique la fraction du temps d'utilisation de la machine.

Manifestement, lorsqu'on utilise d'autres méthodes, on a recours à d'autres formules pour obtenir la quantification nécessaire des débits énergétiques. Il vous faudra peut-être recourir à l'aide technique d'ingénieurs compétents; toutefois, on peut souvent obtenir beaucoup d'aide des fabricants d'équipement, des représentants de services généraux auxiliaires et il existe différents ouvrages techniques de référence dans les bibliothèques.

Nous avons parlé de la vérification initiale de la consommation d'énergie pour permettre au lecteur de comprendre les résultats désirés. Vous pouvez choisir de faire appel à un conseiller pour effectuer ce travail mais que vous le fassiez ou pas, vous pouvez et devriez faire vous-même les premières étapes.

Les renseignements nécessaires à une vérification initiale ou à une autre vérification plus poussée comprennent des données globales sur l'usine et des détails précis sur chaque élément consommateur d'énergie. Vous devriez commencer par rassembler des plans de l'usine indiquant l'emplacement et le lien entre les divers appareils. Il est particulièrement important d'indiquer toutes les conduites de combustible, d'électricité, d'air et de vapeur. Il est inutile de montrer les canalisations d'eau à moins que l'eau ne serve de refroidisseur dans le système.

Les plans de l'usine fournissent souvent les renseignements nécessaires à la vérification initiale. Dans le cas des petites entreprises, un croquis de mémoire ou une promenade dans l'usine peuvent suffire. On doit ensuite réunir les renseignements de base pour chaque élément consommateur d'énergie du système. On peut recourir dans ce cas à un bon nombre de sources. Certains renseignements apparaissent sur les plaques d'identification des moteurs, des compresseurs et des ventilateurs. On peut habituellement obtenir, pour les pièces plus grosses, les manuels de fonctionnement du fabricant. Ces manuels donnent fréquemment des courbes de fonctionnement qui illustrent le rendement de l'appareil pour une variété d'opérations. Il suffit habituellement, dans ce genre d'analyse, de choisir un seul moment de fonctionnement qui apparaisse typique, l'efficacité d'un moteur avec une charge de 75% par exemple. Toutefois, il faudra probablement, dans une analyse plus approfondie, faire des calculs à différents moments.

Une liste de contrôle des secteurs qui consomment de l'énergie, comme celle qu'indique le tableau 1 peut également être utile. Ce tableau n'est pas exhaustif et il peut falloir y ajouter quelques éléments pour l'adapter à votre situation.

Tableau 1

Liste de contrôles des consommateurs d'énergie.

1. Conduites de vapeur: isolation et fuites?
2. Conduites de condensat: isolation, fuites, décharge dans les vidanges au lieu d'un retour à la chaudière?
3. Purgeurs automatiques: fuites ou bris?
4. Ralentissement de la chaudière: chaleur recouvrée ou perdue?
5. Eau d'alimentation des chaudières: chauffée à l'avance?
6. Gaz de combustion de chaudière: température excessivement élevée?
7. Équipement électrique: disproportionné ou fonctionnement inutile?
8. Lumières: éclairage trop intensif ou fonctionnement inutile?
9. Air climatisé: disproportionné ou fonctionnement inutile?
10. Température et aération de l'entrepôt: trop élevée ou trop basse?
11. Eau chaude: température excessivement élevée?
12. Air comprimé: fuites, pression inutilement élevée?
13. Entretien de la chaudière: tubes écailleux ou fuligineux?
14. Réservoirs chauffants: extrémité supérieure ouverte, isolation?
15. Fours de traitement chimique: programme, isolation?
16. Aération: fonctionnement inutile?
17. Déchets: utilisation éventuelle comme combustible?

18. Pression de la vapeur: inutilement élevée?
19. Traitement thermique: inutile si le nouveau matériel convient?
20. Véhicules de l'entreprise: véhicules plus petits, transport en groupe ou trajet déterminé par ordinateur?
21. Aération des secteurs climatisés: quantité et heures d'utilisation appropriées?
22. Température dans les locaux: au-delà des exigences des secteurs ou fonctions particulières?

Si vous n'avez pas en main les données techniques, il est habituellement possible de les obtenir auprès des représentants des manufacturiers. Les manufacturiers et les entreprises de services généraux auxiliaires peuvent également vous aider à connaître les données de fonctionnement réel d'un élément. Une entreprise de service électrique, par exemple, peut habituellement, sur demande, mesurer le facteur de puissance des principaux appareils électriques et cela sans frais et les fabricants de chaudières peuvent analyser le gaz de combustion et vérifier la chaudière à un coût nominal.

Dans les usines de transformation, on peut obtenir des données utiles sur les débits, les températures et les pressions en consultant les schémas de traitement. Il faut cependant être prudent dans l'utilisation de ces chiffres si le traitement a subi de nombreuses modifications depuis la conception.

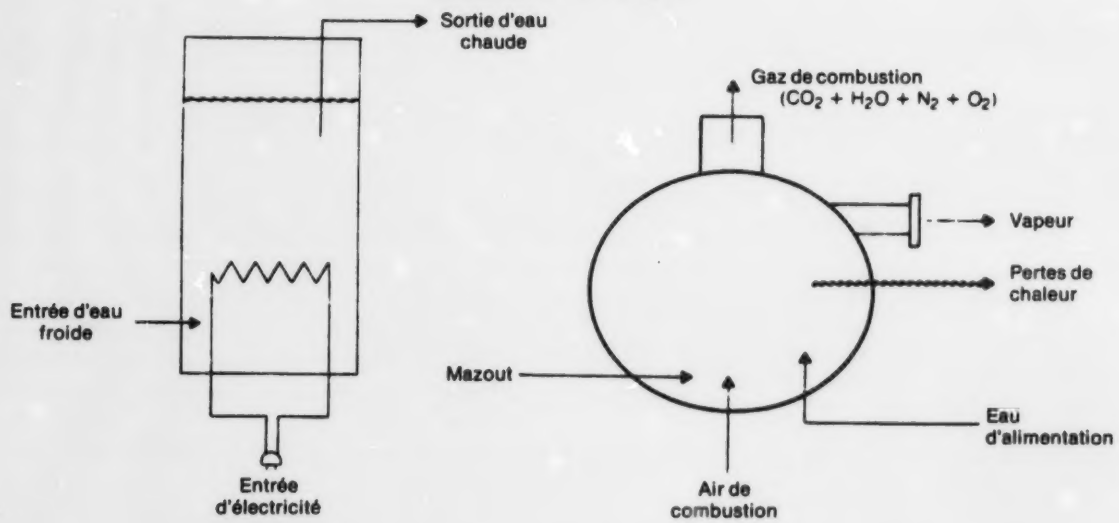
Il est utile d'indiquer sur les croquis les renseignements techniques concernant les conditions de fonctionnement du système et d'autres données connexes comme l'épaisseur de l'isolation des tuyaux de vapeur. Le temps passé à rassembler des données techniques fondamentales sera finalement enrichissant. Celles-ci fourniront les fondements nécessaires d'une analyse approfondie de la consommation d'énergie du système et de ses éléments et rendra l'analyse plus simple, plus rapide et plus économique, qu'elle soit effectuée par le personnel de votre entreprise ou par un conseiller engagé à cette fin.

Si, après avoir rassemblé toutes les données, vous souhaitez passer à l'étape suivante vous-même, il faudra commencer par compiler les bilans de la masse et de l'énergie. L'annexe A donne un exemple des étapes précises à suivre dans ce cas. Tous les éléments ne sont pas aussi faciles à analyser que ceux de l'exemple mais l'utilisation des équations des bilans de l'énergie et de la masse, les spécifications de l'équipement et les données de production rendront possible une estimation raisonnable. Cette évaluation pourra vous indiquer s'il est utile, du point de vue financier, de poursuivre l'analyse.

Une analyse plus exacte sera probablement plus justifiée dans le cas d'un équipement qui consomme beaucoup d'énergie. Dans tous les cas, la plupart des renseignements nécessaires dans une simple analyse serviront également dans une analyse plus approfondie.

Après avoir déterminé quels sont vos principaux usagers d'énergie, il est facile de trouver des moyens de réduire la consommation dans ces secteurs. Des principes comme la révision des procédés, l'utilisation d'appareils de recouvrement thermique, l'installation de nouveaux appareils et de nombreux autres moyens sont des solutions possibles. En

Bilan de l'énergie



CHAUFFE-EAU CHAUDIÈRE

général, il n'est pas nécessaire de connaître les coûts actuels et futurs dans une vérification de la consommation d'énergie. Il ne fait aucun doute, toutefois, que les résultats de la vérification seront traduits en argent et aideront à établir si les modifications à apporter au système et à son fonctionnement sont justifiées.

Étape n°3 — Vérification périodique de la consommation d'énergie

La deuxième étape peut avoir révélé que certains éléments clés consomment beaucoup d'énergie et qu'il faudrait peut-être effectuer une vérification périodique dans leur cas.

Les chaudières industrielles et les réchauffeurs de traitement, par exemple, sont fréquemment les plus grands consommateurs d'énergie dans une usine. Une vérification initiale peut révéler que l'efficacité de l'énergie pour une chaudière ou un réchauffeur dépend étroitement du réglage de la soupape de la prise d'air de combustion et qu'une vérification périodique du système de combustion d'air est nécessaire. Quelques centaines de dollars consacrés à l'achat d'un analyseur de gaz de combustion et quelques heures pour vérifier le contenu d'oxygène dans les gaz d'échappement peuvent être remboursés en un mois ou deux grâce à l'économie de combustible.

Une vérification périodique peut être établie avec l'aide d'un conseiller technique ou d'un représentant du fabricant de l'équipement.

Étape n°4 — Vérification permanente de la consommation d'énergie.

Certaines pièces peuvent consommer assez d'énergie pour justifier une vérification permanente. On y parvient en enregistrant continuellement les paramètres associés à la consommation d'énergie et en calculant fréquemment l'utilisation et l'efficacité d'après ces rapports permanents.

Par vérification permanente, on entend par exemple l'utilisation d'instruments de mesure de l'oxygène dans la cheminée d'un réchauffeur industriel ou l'enregistrement permanent de la demande électrique maximale dans une petite usine de fabrication.

Est-ce utile?

La vérification de la consommation d'énergie dans l'industrie coûte de l'argent et du temps. Pouvez-vous justifier cette dépense? Quelle sera la rentabilité de votre investissement? Évidemment la vérification même n'apporte aucun bénéfice mais les mesures qu'elle suggère procurent par contre des profits. Une vérification permet de connaître les secteurs où il est le plus plausible de réaliser des économies importantes et elle peut servir à évaluer les économies réalisées après les modifications. Étudions quelques exemples; les noms des entreprises sont fictifs mais les chiffres sont réels.

La Crude Oil Incorporated possède une chaudière d'une capacité de 500 000 livres à l'heure pour produire de la vapeur industrielle. Le maintien des solides dissous à un niveau acceptable dans l'eau d'alimentation, exige une purge d'un taux d'environ 10%. Une vérification de la consommation d'énergie du système a démontré qu'environ 10 MMBtu à l'heure étaient déchargés avec l'eau purgée dans la mare d'eaux résiduelles. Cette inefficacité de la chaudière coûtait presque 14 MMBtu l'heure en combustible pour chauffer l'eau d'alimentation, soit environ $20 l'heure au prix du combustible, fixé par contrat. Un échangeur de chaleur pour envoyer la chaleur de la purge à l'eau d'alimentation coûte environ $50 000, installation comprise. Délai de remboursement: trois mois et demi!

La Parts Manufacturing Company possède deux gros compresseurs d'air dans son usine. Les compresseurs, situés dans une salle de compression, sont efficaces à environ 80% de sorte que 20% de l'apport de puissance électrique sert à chauffer l'air de la pièce. L'air de la pièce était auparavant évacué à l'extérieur par un ventilateur. Une vérification a démontré que la quantité de chaleur évacuée équivalait presqu'à la moitié de la quantité nécessaire au chauffage de l'entrepôt de l'usine pendant l'hiver. Quelques changements aux conduites ont permis la circulation de l'air de l'entrepôt dans la salle de compression, ce qui représente une économie d'environ $1 000 par année pour les coûts de combustible.

Quelques mots sur les mesures.

Lorsqu'on effectue une vérification plus détaillée, il est souvent souhaitable de mesurer directement certaines quantités clés au lieu de les évaluer. Il existe pour cela des méthodes très simples et bon marché; d'autres méthodes peuvent nécessiter des techniques plus complexes et plus coûteuses. Les puits thermométriques et les manomètres sont assez simples à installer et ne coûtent pas tellement cher. La mesure du débit des fluides est un peu plus difficile. Toutefois, si l'on ne prend ces mesures qu'occasionnellement (dans le cas d'une vérification périodique de la consommation d'énergie, par exemple) on peut utiliser certaines mesures "rapides et malpropres".

Le taux de consommation de vapeur d'un cuisseur à manchon de vapeur, par exemple, peut être déterminé en évacuant le condensat dans un bac et en pesant ce bas à la fin d'une période donnée. Si le condensat dépasse la pression atmosphérique, il faut éviter de renvoyer le liquide à la vapeur, pour des raisons de sécurité et pour l'exactitude de la mesure du débit. L'une des façons de résoudre ce problème est de commencer l'expérience avec un peu d'eau froide dans le bac et d'expulser ensuite le condensat en utilisant un tube submergé. Toute vapeur résultant d'une baisse de pression sera condensée par le liquide froid et le changement du poids du bac pourra être déterminé à la fin de la période prévue.

Un ingénieur astucieux a également suggéré de mesurer les taux de débit à partir des conduites d'air comprimé. En déchargeant tout simplement la conduite dans un grand sac de plastique, on mesure la quantité "d'air".

Dans ces deux exemples, on présume que les conditions sont telles que l'exposition du débit à l'atmosphère ne modifiera pas beaucoup les conditions qui existaient au moment où le système ne fonctionnait pas. Il faut bien s'assurer, dans toutes les mesures, que la quantité mesurée ne soit en rien modifiée par la technique utilisée. Un isolant ne doit pas, par exemple, être enlevé pour mesurer la température de la paroi d'un tuyau. La perte de chaleur subséquente abaisserait la température et l'on obtiendrait ainsi une mesure inexacte des conditions ambiantes avec l'isolant. De même, les puits thermométriques installés dans des tuyaux peuvent donner lieu à des fuites de chaleur. Il faut donc isoler convenablement toutes les installations pour s'assurer du maintien des mêmes conditions.

D'autres mesures, comme la compositon du gaz de combustion dans une chaudière ou un réchauffeur, peuvent être prises périodiquement avec des instruments portatifs qui ne coûtent que quelques centaines de dollars. De nombreuses petites entreprises investissent dans des pyromètres à rayonnement qui mesurent les températures approximatives des surfaces par leurs émissions d'infrarouges. Ces appareils sont assez sûrs et un personnel d'entretien sans formation préalable peut les utiliser pour des vérifications périodiques.

Les mesures d'un contrôle permanent de la consommation d'énergie sont généralement plus complexes parce qu'elles nécessitent habituellement l'utilisation de détecteurs électriques et d'appareils d'enregistrement électronique. On peut obtenir des avis sur les avantages et les désavantages de différents appareils auprès des fabricants d'équipement ou de conseillers en matière d'instrumentation.

L'instrumentation est l'un des secteurs de la technologie moderne qui progresse le plus rapidement et où la concurrence est très forte. Comme il faut réunir des données et que cela signifie la prise de mesures, la création d'un dossier à jour contenant des documents concernant l'instrumentation utilisée par l'entreprise constitue un élément important d'un programme de gestion de l'énergie.

Résumé

Les quatre étapes de vérification de la consommation d'énergie forment une progression logique. À toutes les étapes, il s'agit de recueillir des renseignements dont peut ser servir la direction pour mieux utiliser l'énergie. La gestion signifie le contrôle et un contrôle adéquat ne peut être exercé sans une bonne connaissance du système.

Aux premiers niveaux de vérification de la consommation d'énergie, le contrôle peut être exercé par le directeur de l'usine lui-même et se concrétiser par la modification des méthodes de fonctionnement ou le remplacement d'appareils. Aux derniers niveaux, le contrôle peut simplement être effectué par des appareils électroniques qui exercent une influence constante sur le fonctionnement de l'usine afin de minimiser les coûts énergétiques. Dans tous les cas, une illustration claire de l'utilisation d'énergie dans l'usine, obtenue par une vérification de la consommation, aura invariablement pour résultat un fonctionnement plus efficace.

APPENDICE A

Vérification de l'échange d'énergie

Alberta Feed Products Company est un fondoir qui extrait, par déshydratation, les solides et le suif des sous-produits de l'abattage des animaux; le traitment donne des solides qui sont utilisés dans la production d'additifs protéiniques pour la nourriture animale et des gras pour le savon.

L'extraction exige une grande consommation d'énergie; l'économie y dépend donc en grande partie du prix du combustible et de son taux d'utilisation. L'AFPC a vu ses profits, comme ceux de bien d'autres industries influencés par l'escalade des coûts de l'énergie. Au début de 1975, la compagnie a mis sur pied un programme d'utilisation rationnelle de l'énergie et, comme première étape, le comptable a effectué une vérification des antécédents de l'entreprise en matière de consommation de l'énergie.

ALBERTA FEED PRODUCTS COMPANY
ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR L'USINE EN 1975

Mois	10^6 livres de produit fini	Électricité (kilowatt-heure)	Gaz naturel MCF	Gaz naturel BTU/MCF	Gaz naturel énergie totale (10^9 BTU)	BTU/livres de produit fini (10^3)	Kilowatt-heure/ livres de produit fini (10^5)
JAN.	7.90	316,667	12,852	970,000	12.46	1.577	4008
FÉV.	6.95	279,781	11,257	970,000	10.92	1.571	4025
MARS	8.10	324,581	12,910	970,000	12.52	1.545	4007
AVRIL	7.05	282,895	11,190	970,000	10.85	1.539	4012
MAI	7.65	306,685	12,107	970,000	11.74	1.535	4009
JUIN	8.00	320,675	12,621	970,000	12.24	1.530	4008
JUIL.	8.20	328,590	12,931	970,000	12.54	1.529	4007
AOÛT.	7.65	306,445	12,113	970,000	11.75	1.536	4005
SEPT.	7.45	298,619	11,779	970,000	11.43	1.534	4008
OCT.	7.73	309,852	12,341	970,000	11.97	1.548	4008
NOV.	7.50	300,932	12,384	970,000	12.01	1.601	4012
DÉC.	7.80	312,857	12,804	970,000	12.42	1.592	4011

La vérification des antécédents a permis de constater que la consommation d'énergie par livre de produit fini était plus élevée que la moyenne au cours des mois plus froids et habituellement un peu plus élevée pour le mois à production moins importante.

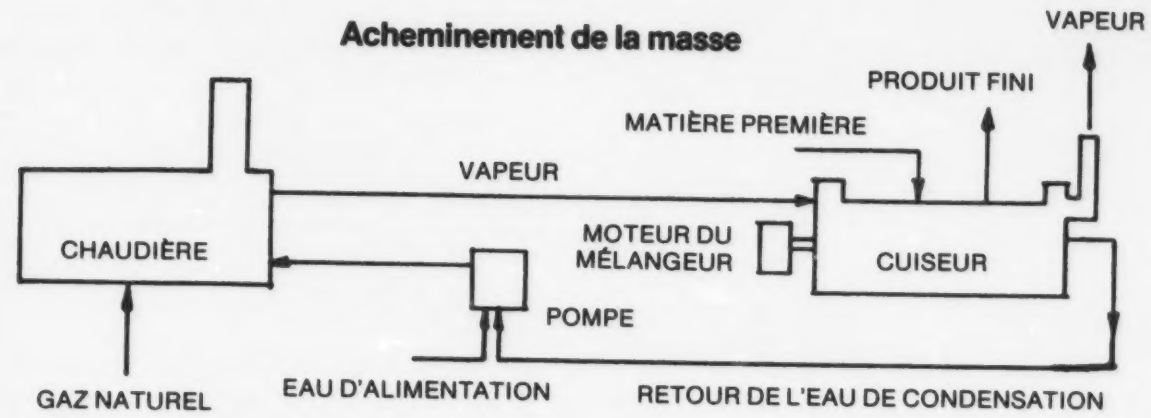
Il était évident qu'il fallait effectuer une vérification initiale de la consommation d'énergie des principaux appareils de l'usine. Un relevé rapide des installations a permis de découvrir quels étaient les principaux appareils qui faisaient une grande consommation d'énergie achetée:

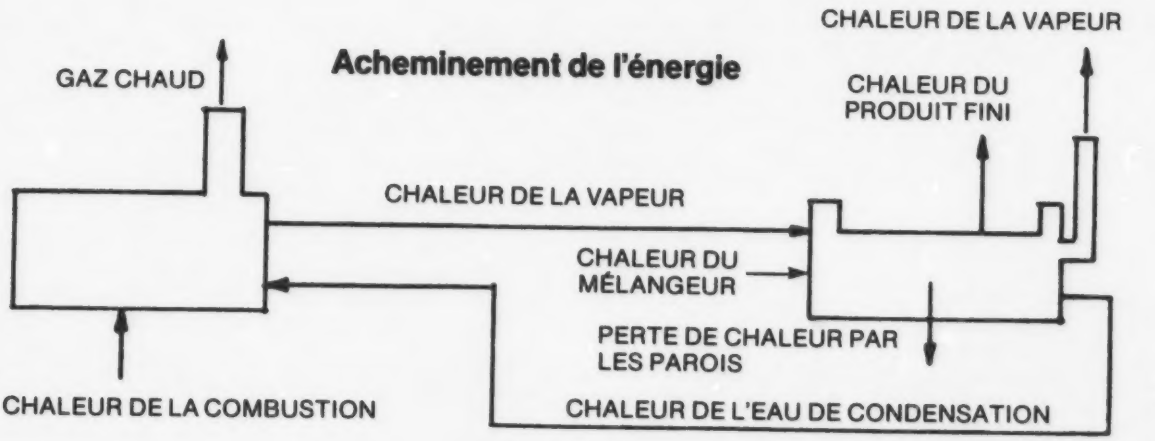
Chaudières
2-600 HP
1-300 HP

Moteurs électriques
6-60 HP
2-50 HP
3-30 HP
1 hachoir de 150 HP
1 broyeur de 100 HP
1 presse à vis de 200 HP

L'extraction de la graisse se fait par fournée. On introduit environ 5 000 livres de matière première à la fois dans de grads cuiseurs. Pendant qu'on chauffe la fournée, on la brasse continuellement avec un mélangeur entraîné par un gros moteur électrique. Puisque le gaz naturel représente le coût le plus important en apport énergétique et qu'il constitue à lui seul le coût le plus élevé des opérations, le directeur a décidé que la première étape logique serait la vérification initiale de la consommation d'énergie des chaudières et des cuiseurs.

La première étape de la vérification initiale consiste à faire les diagrammes de l'acheminement de la masse et de l'énergie.





Les diagrammes terminés, le directeur pouvait facilement constater quels étaient les besoins et les pertes énergétiques. Il ne lui restait qu'à quantifier l'énergie nécessaire au procédé et les pertes. À l'inverse des chaudières, les cuisseurs se prêtent assez facilement à une analyse. C'est pourquoi le directeur choisit de les analyser en premier lieu.

Puisque l'on connaît la quantité de matière première introduite pour chaque cycle de cuisson et la quantité de produit fini obtenue, la différence entre les deux quantités représente la quantité d'eau évaporée. Le directeur saviat, par expérience, que le produit fini représente environ 55 pour 100 du poids de la matière première introduite, 50 pour 100 étant des gras et des solides et 5 pour 100, de l'humidité.

À l'aide des formules du tableau 2, on a pu calculer la quantité d'énergie nécessaire pour amener la matière première (solides et eau) à ébullition ainsi que celle nécessaire pour en extraire, par vaporisation, l'humidité.

Tableau 2

Formules pour l'évaluation de l'énergie consommée par les installations de l'usine

Énergie — eau chaude

$$\text{Énergie}_{HW}\,(BTU) = W\,(T_{Haute} - T_{Basse})$$

où: W est le poids de l'eau en livres (ou le débit en livres/heure)

T_{Haute} = la température de l'eau chaude, en degrés F

T_{Basse} = la température de l'eau froide, en degrés F

Énergie — vapeur saturée

$$\text{Énergie}_{ST}\,(BTU) = \text{Énergie}_{HW} + (Hv \times W)$$

où: l'énergie$_{HW}$ est l'énergie contenue dans l'eau de la chaudière (utiliser la formule 1 avec T_{Haute} comme point d'ébullition (voir le tableau) et T_{Basse} comme température de l'eau de condensation ou celle de l'eau d'alimentation.)

Hv est la chaleur nécessaire à la vaporisation (voir le tableau)

Pression de la vapeur	Point d'ébullition	Chaleur nécessaire à la vaporisation
14.7	212	970
50 psig	298 degrés F	911 BTU/livre
100	338	880
150	365	857
200	388	837
250	406	820
300	422	799
500	470	751

Énergie — air comprimé

$$\text{Énergie}_{CA}\,(kW) = \frac{BHP}{CFM} = (CFM) = (.75)$$

où: $\frac{BHP}{CFM}$ est obtenu du tableau suivant et CFM est le nombre de pieds cubes d'air produits en une minute.

Pression d'air (psig)	Compresseur à un étage	Compresseur à 2 étages
50	.15	.15
75	.19	.17
100	.22	.19
125	.25	.21

Si on suppose que chaque charge de 5000 livres est composée de 50 pour 100 d'eau et que la température ambiante moyenne est de 70° F, on peut évaluer l'apport énergétique nécessaire pour amener à ébullition l'eau contenue dans la matière première. (La quantité d'énergie nécessaire pour chauffer les solides et celle perdue par les parois des cuiseurs sont négligeables.)

Énergie pour chauffer l'eau = poids de matière première ($T_{Haute} - T_{Basse}$)

Énergie pour chauffer l'eau = (5000 × .5) (212 — 70)

Énergie pour chauffer l'eau = 2500 (142)

Énergie pour chauffer l'eau =355 000 BTU/fournée

À partir de ces données, si on présume que 45 pour 100 du poids total est évaporé et si l'on sait qu'il faut 970 BTU/livre pour passer de 212° F à vapeur saturée à 212° F (selon le tableau 2), on peut calculer l'énergie nécessaire pour déshydrater une fournée de 5000 livres de matière première.

Énergie nécessaire pour passer d'une phase à l'autre = poids de matière première × Hv

Énergie nécessaire pour passer d'une phase à l'autre = (5000 livres × 45 pour 100) × 970 BTU/livre

Énergie nécessaire pour passer d'une phase à l'autre = 2 182 500 BTU/fournée

Il est évident que l'énergie nécessaire à l'évaporation de l'eau est beaucoup plus grande que celle nécessaire pour chauffer le produit à 212° F. Les 2 182 500 BTU utilisés pour faire évaporer l'eau se perdent dans l'atmosphère tandis que leur récupération présenterait une bonne occasion d'économie.

Une possibilité qui se présente est d'utiliser cette chaleur gaspillée pour préchauffer la matière première de la fournée suivante, ce qui aurait pour effet non seulement d'économiser énergie et argent mais aussi d'accélérer le processus et d'augmenter la production quotidienne du cuiseur.

Le directeur s'est renseigné auprès de manufacturiers d'équipement de fondir sur la conception et le coût d'un dispositif destiné à récupérer l'énergie de la vapeur perdue.

Il a poursuivi ses efforts en matière de conservation de l'énergie en examinant la chaudière et l'équipement électrique. Il a ainsi découvert des modifications dont la conception technique était possible, qui pourraient économiser l'énergie. Tout comme ce fut le cas pour les modifications sur les cuiseurs, on en étudia la rentabilité. On mit donc en oeuvre les projets qui étaient réalisables tant au point de vue financier que technique. On décida aussi de créer, au niveau de la compagnie, un groupe de travail chargé de la conservation de l'énergie. La tâche des divers membres consistait à garder à jour des registres et à vérifier périodiquement l'efficacité de l'équipement. On espérait ainsi mettre au point une méthode de vérification périodique destinée à assurer la rentabilité des opérations de la compagnie et à tirer profit des possibilités de conservation de l'énergie quant aux coûts et à l'effficacité.

APPENDICE B

Exemple d'un budget d'énergie — calculs théoriques

Pour cet exemple, on suppose que vous devez évaluer l'énergie consommée par un réservoir d'eau de lavage dans un atelier de métallisation.

Le réservoir est rempli chaque lundi matin. L'opération débute à 7h00 pour se terminer une heure plus tard. La température de l'eau est maintenue à 50° F pendant 106 heures, jusqu'au vendredi 17h00, alors que l'on fait la vidange. Cela se répète 50 fois l'an.

La charge de travail du réservoir (c'est-à-dire la quantité de pièces lavées) s'élève à 100 livres d'acier à l'heure. Les pièces à 70° F, sont plongées dans l'eau, y restent pendant une heure et en sont retirées. le travail recommence pendant 8 heures.

Le réservoir a une largeur de 2 pieds, une longueur de 3 pieds et une profondeur de 2 pieds.

Le réservoir contient 1½ pied d'eau et le niveau est gardé constant par l'addition d'eau d'appoint au débit de un gallon à l'heure. La température de l'eau ajoutée est de 50° F alors que la température ambiante est de 70° F.

Le calcul de la consommation théorique d'énergie nécessaire pour chauffer le réservoir de trempage peut se faire pour deux situations:

1. réservoir sans couvercle ni isolation des parois;
2. réservoir avec couvercle, sous forme de sphère de plastique, et isolation des parois, avec un pouce de mousse de polystyrène.

CONSTANTES

Eau:	chaleur spécifique	— 1.0 BTU/lb/° F.
	chaleur de fusion	— 140 BTU/lb.
	chaleur de vaporisation	— 960 BTU/lb.
	densité	— 62.4 lb/pied cube.
Réservoir en acier:	chaleur spécifique	— .12 BTU/lb/° F.
	densité	— 492 lb/pied cube.
	épaisseur	— 1/8 de pouce.

POIDS ET SURFACES

Volume	= 2 pi × 3 pi × 1½ pi	= 9 pieds cubes
Poids de l'eau	= 9 × 62.4	= 561.6 livres
Surface	= 3(2 × 3) + 2(2 × 2)	= 26 pieds carrés
Poids du réservoir d'acier	$= \frac{26 \times .125 \times 492}{12}$	= 133.3 livres
Surface de la partie supérieure	= 2 pi × 3 pi	= 6 pieds carrés

A. BESOINS D'ÉNERGIE PENDANT LE CHAUFFAGE INITIAL

Formule de base:

Poids (livres) × chaleur spécifique (BTU/lb/° F) × hausse de température (° F) plus le poids (livres) × chaleur de fusion/vaporisation (BTU/lb)

Réservoir:	Non isolé BTU	Isolé BTU
Chaleur absorbée, lors du chauffage initial, par:		
l'eau = 561.6 × 1.0 × (150° — 50°) + 0	56,160	56,160
le réservoir en acier = 133.3 × .12 × (150° — 50°) + 0	1,600	1,600
Total absorbé	57,760	57,760
Pertes* par:		
parois 26 pieds carrés du réservoir — Non isolé: 188 BTU/pieds carrés; Isolé: 28 BTU/pieds carrés	4,900	730
surface 6 pieds carrés de l'eau — Non isolé: 917 BTU/pieds carrés; Isolé: 228 BTU/pieds carrés	5,500	1,370
Pertes horaires totales	10,400	2,100
Chaleur absorbée au cours du travail, par:		
l'acier = 100 lbs × .12 × (150° — 70°) + 0	960	960
l'eau d'appoint = 10 lbs × 1.0 × (150° — 50°) + 0	1,000	
l'eau d'appoint = 2.5 lbs × 1.0 × (150° — 50°) + 0		250
Apport énergétique horaire total	1,960	1,210
FONCTIONNEMENT		
Chauffage initial — absorbé dans la première heure	57,760	57,760
— perte moyenne durant la première heure (pertes totales / 2)	5,200	1,050
Pendant le travail — Apport horaire × 8 heures × 5 jours par semaine	78,400	48,400
— pertes horaires × 106 heures par semaine	1,102,400	222,600
Apport énergétique hebdomadaire total	1,243,760	329,810
Économie hebdomadaire possible (73.5%)		913,950

** obtenues de courbes connues*
+ évaporation réduite par l'utilisation d'un couvercle

APPENDICE C

Imprimés à utiliser dans le cadre d'un programme de conservation de l'énergie

Imprimé 1

Industrie: Budget d'énergie

Utilisation de l'énergie selon l'activité et l'étape du traitement	Énergie réellement consommée	Besoin théorique d'énergie	Écart entre la théorie et la pratique	Objectif	Variation par rapport au mois précédent
Exemples					
Édifices et terrains					
Chauffage					
Expédition					
Éclairage					
Machine					
Réception					
Laboratoire					
Atelier					
Assemblage					
Combustion					
Traitement des ordures					
Réfrigération					

IMPRIMÉ 2

SERVICE _____ **Spécimen d'imprimé de vérification aux fins de conservation de l'énergie** **DATE** _____

ENDROIT	Fuites de mazout ou d'huile	Fuites de vapeur	Fuites d'air comprimé	Fuites d'eau de condensation	Fuites d'eau	Isolation insuffisante	Éclairage superflu	Équipement qui fonctionne inutilement	Mauvais réglage des brûleurs	Chauffage ou climatisation inutile	Photocopieurs			Date de la réparation
EXPÉDITION														
RÉCEPTION														
LABO														
ATELIER														
ASSEMBLAGE														
ENTREPÔT DES PRODUITS CHIMIQUES														
COMBUSTION														
SALLE DES CHAUDIÈRES														
SALLE DE DISTRIBUTION DES SERVICES														
BUREAUX DE L'ADMINISTRATION														

Imprimé 3A

SERVICE _____ **Relevé mensuel de consommation d'énergie, selon le service** **DATE** _____

1976	PUISSANCE ÉLECTRIQUE			GAZ NATUREL			MAZOUT			CHARBON			AIR COMPRIMÉ			
	Mégawatt-heure	BTU/méga-watt-heure	BTU	Millions de pieds cubes	BTU/millions de pieds cubes	BTU	Gallons	BTU/ gallons	BTU	Tonnes	BTU/ livres	BTU	Millions de pieds cubes	BTU/millions de pieds cubes	BTU	
jan																
fév.																
mars																
avril																
mai																
juin																
juillet																
août																
sept.																
oct.																
nov.																
déc.																
Total																

Imprimé 3B

SERVICE _____ **Relevé mensuel de consommation d'énergie, selon le service** **DATE** _____

1976	VAPEUR psig			Eau de condensation utilisée ou perdue			EAU			NOMBRE TOTAL DE BTU CALCULÉ	Quantité "unitaire" de produits manufacturés	Calcul du nombre de BTU par unité de produits manufacturés	
	Millions de livres	BTU/millions de livres	BTU	Millions de livres	BTU/millions de livres	BTU	Millions de livres	BTU/millions de livres	BTU				
jan.													
fév.													
mars													
avril													
mai													
juin													
juil.													
août													
sept.													
oct.													
nov.													
déc.													
Total													

Modèle de liste de vérification aux fins de conservation de l'énergie

Service _____ Date _____

SYSTÈMES DE VAPEUR:

Vapeur à _____ psi, production maximale en hiver de _____ livres par heure, demande en été de _____ livres par heure.

1. La pression de la vapeur convient-elle à l'utilisation qu'on en fait? _____
2. L'isolation des conduites est-elle suffisante? _____
3. Les purgeurs automatiques fonctionnent-ils comme il faut? _____
4. Le nombre de purgeurs automatiques est-il suffisant? _____
5. Est-ce que toute l'eau de condensation retourne à la chaudière? _____
6. Est-ce que le fluide thermique peut être utilisé à un chauffage plus efficace? _____

Remarques _____

_____

SYSTÈMES DE CONDITIONNEMENT DE L'AIR

1. Est-ce que la température des locaux est appropriée, en été comme en hiver? _____
2. Est-ce que l'humidité convient au fonctionnement? _____
3. Est-ce que les locaux sont suffisamment isolés pour réduire les pertes de chaleur? _____
4. Est-ce que les conduites d'évacuation se trouvent à proximité de sources de gaz? _____
5. Est-ce que l'apport d'air frais est suffisant? _____
6. Est-ce que l'évacuation des gaz produits pendant le traitement (par exemple: la cabine à peinture) est contrôlée automatiquement? _____
7. Est-il possible de réduire la quantité d'air évacué? _____
8. Est-ce que la chaleur de l'air évacué est récupérée? _____
9. Est-ce qu'on peut réduire les pertes de chaleur par les portes, les fenêtres? _____
10. Est-ce que l'on peut augmenter l'efficacité des radiateurs, ventilateurs et refroidisseurs, en les contrôlant par des minuteries? _____

Remarques _____

_____

AIR COMPRIMÉ: Consommation _____ cfm à _____ psi.

1. Y a-t-il des fuites dans la tuyauterie du système d'air comprimé? _____
2. Est-ce qu'un petit compresseur peut fournir à la demande des heures creusées? _____
3. Est-ce que l'air comprimé est soumis à une dessication appropriée? _____
4. Est-ce que l'air comprimé reçoit les lubrifiants nécessaires à certaines applications? _____
5. Est-ce que l'air comprimé fourni est au besoin débarrassé de toute trace d'huile? _____
6. Est-ce que la pression de l'air comprimé convient à l'usage qu'on en fait? _____
7. La pression de l'air comprimé peut-elle être diminuée? _____

Remarques _____

_____

ÉLECTRICITÉ

Tensions disponibles _____, appel de pointe _____
Puissance totale des moteurs d'induction _____ facteur de puissance _____

1. Est-ce qu'on peut réduire l'appel de pointe par la commutation cyclique des charges secondaires? _____
2. Est-ce que la correction du facteur de puissance est suffisante? _____
3. Devrait-on utiliser des moteurs synchrones pour entraîner des charges plus grandes? _____
4. Est-ce que la tension est appropriée sur tous les circuits? _____

Remarques _____

_____

ÉCLAIRAGE: Fourni par (nombre) _____ luminaires (modèle) _____ d'une puissance de _____ watts.

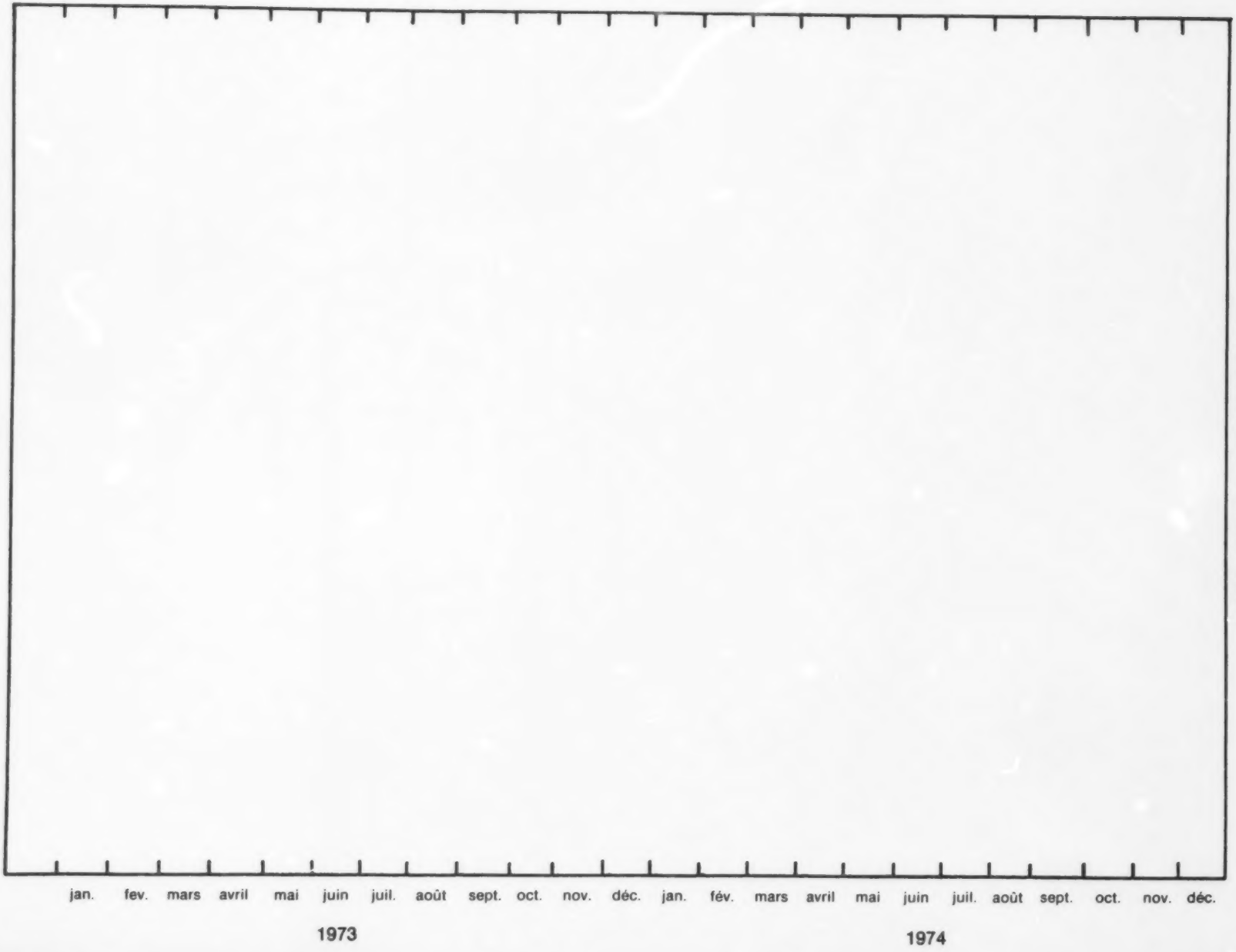
1. L'éclairage est-il approprié au genre de travail effectué dans les locaux? _____
2. Qui est chargé d'éteindre les lumières après usage? _____
3. Est-ce que les circuits d'éclairage ont été conçus pour permettre un éclairage de sécurité minimal? _____
4. Peut-on contrôler l'éclairage extérieur à l'aide de minuteries ou de cellules photoélectriques? _____
5. Peut-on remplacer les ampoules incandescentes par des dispositifs plus efficaces? _____

Remarques _____

_____

Imprimé 6

Diagramme de l'énergie consommée par unité de production


Btu/UNITÉ DE PRODUCTION
jan. fev. mars avril mai juin juil. août sept. oct. nov. déc. jan. fév. mars avril mai juin juil. août sept. oct. nov. déc.
1973
1974

APPENDICE D

Vérification de la consommation de l'énergie, Ministère de l'Industrie et du Tourisme de l'Ontario

Ontario

Ministère de l'industrie et du tourisme

VÉRIFICATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE (Confidentiel)

Le but de la présente vérification est de:

1. permettre une analyse immédiate par ordinateur de votre consommation d'énergie et évaluer les économies possibles,
2. vous aider à élaborer et mettre en oeuvre un programme de conservation de l'énergie qui vous permettrait de faire ces économies.

La formule compte deux parties; la première sert à recueillir des renseignements généraux sur votre usine et la seconde sur la consommation électrique, renseignements qui peuvent être obtenus de vos dossiers ou, directement de vos relevés hydro-électriques. Les deux parties doivent être remplies pour permettre la vérification.

Nom de la compagnie		
Adresse		
Responsable	Téléphone	Date

PARTIE I
TAUX ET COÛTS ACTUELS DE L'ÉNERGIE

	Unités	Coût unitaire	Coût annuel
Électricité	Kilowatt heure	$.	$
Mazout	Gallons	.	
Gaz naturel	Millions de pieds cubes	.	
Charbon	Tonnes	.	
Propane	Livres	.	
Eau	1000 gallons	.	
		Total	

Volume annuel des ventes	$	*Choisir l'unité appropriée à votre usine selon le nombre de livres, de tonnes, d'appareils produits. S'en servir pour évaluer les tendances d'une année à l'autre.
Pourcentage des ventes réservé à l'énergie		
Unités produites*		
Montant réservé à l'énergie pour chaque unité produite		

ANALYSE DE L'ISOLATION

Édifice	Longueur pieds	Largeur pieds	Hauteur pieds	Surface de plancher pieds carrés	Périmétre pieds

Construction	Matériaux	Épaisseur	Genre d'isolant	Facteur "R" (si connu)
Mur				
Plafond				

Surface vitrée	Pourcentage des murs	☐ Vitre simpel ☐ Vitre double	Surface en lucarne	Pourcentage du toit	☐ Vitre simple ☐ Vitre double

Remarques:

CHAUFFAGE ET CONDITIONNEMENT DE L'AIR

	Genre	Nombre	Dimension	Source d'énergie	Nombre total de BTU/heure
Chaudières					
Radiateurs					
Fournaise					
Électricité					
Climatiseurs					
Autres					

Recirculation de l'air	☐ Oui	☐ Non

Remarques:

ANALYSE DE LA CHALEUR DE L'AIR ÉVACUÉ

Évacuation de l'air

	Usage du ventilateur	Débit théorique (CFM)	Débit réel (CFM)	Température de l'air à l'expulsion
1				
2				
3				
4				

Apport d'air frais

	Entrée en BTU par heure	Débit théorique (CFM)	Débit réel (CFM)	Température de l'air
1				
2				
3				
4				

Remarques:

ANALYSE DE L'ÉCLAIRAGE

Endroit	Description du système d'éclairage	Nombre de candelas pieds au niveau de travail

ANALYSE DE LA CONSOMMATION D'EAU

Consommation annuelle (gallons)	Coût annuel	Surcharge annuelle des égoûts	
Température à l'entrée	Température à la décharge	Temps quotidien de décharge (heures)	Temps annuel de décharge (jours)
Utilisation de l'eau aux fins de			
1.	2.	3.	

Analyse de la consommation d'air comprimé

Nombre de compresseurs	Temps de fonctionnement (heures)	Puissance théorique (H.P.)

Analyse de la consommation de chaleur au cours du traitement

Source de chaleur	Température à l'entrée (° F)	Température à la sortie (° F)	Consommation horaire	Débit horaire à la sortie
*Air			pieds cubes	pieds* cubes
Vapeur			livres	livres
Eau chaude			gallons	gallons
Eau de refroidissement			gallons	gallons

*Dans les fours, les fournaises, les radiateurs où sont brûlés gaz ou huile, prendre le total du combustible et de l'air de combustion, ainsi que tout surplus d'air présent dans l'évacuation.

Remarques:

PARTIE 2 — ANALYSE DE LA CONSOMMATION ÉLECTRICITÉ

Inscrire les relevés des compteurs électriques des douze derniers mois. Donner la demande de kilovolts-ampères — kVA, la demande de kilowatts: kW, la consommation en kilowatts heures — kWH

Nota: La demande de kilowatts facturée et celle qui est relevée sur le compteur peuvent être différentes. Si votre facture ne donne pas les deux, il est nécessaire d'obtenir ces renseignements de votre service hydroélectrique local.

MOIS	kVA	kW	kWH
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

FACTURATION DE LA DEMANDE

Premier	kW @	sans frais
Suivant	kW @	$ /kW
Le reste	kW @	$ /kW
Rabais pour transformateur (fourni par le client)	@	¢ /kW
Si vous possédez le transformateur, payez-vous la surcharge de comptage de 1.5%?	☐ oui	☐ non

FACTURATION D'ÉNERGIE CONSOMMÉE

Première	kWH @	¢/kWH
Suivant	kWH @	¢/kWH
Suivant	kWH @	¢/kWH
Suivant	kWH @	¢/kWH
Le reste	kWH @	¢/kWH

Commentaires:

Permission à la Commission de services municipaux de publier les renseignements

Nom	Titre	Signature

Aide gouvernementale à la conservation de l'énergie — Programme d'expansion des entreprises (PEE)

Pour appuyer dans l'industrie les mesures de conservation de l'énergie, entre autres, la récupération de la chaleur perdue, le ministère de l'Industrie et du Commerce administre le Programme d'expansion des entreprises (PEE) pour encourager l'utilisation efficace de l'énergie. Si un projet peut démontrer la possibilité qu'il a d'améliorer sensiblement l'utilisation efficace de l'énergie, et s'il est conforme à toutes les normes des programmes, on peut alors lui accorder de l'aide.

Depuis le 12 avril 1977, le Programme d'expansion des entreprises (PEE) a remplacé les programmes d'aide suivants du ministère de l'Industrie et du Commerce.

- **PAAT** — Programme d'aide à l'avancement de la technologie
- **PAEI** — Programme d'aide à l'esthétique industrielle
- **PAAP** — Programme d'aide pour accroître la productivité
- **PAGT** — Programme d'aide générale de transition
- **PATA** — Programme d'aide de transition à l'automation
- **PATICT** — Programme d'aide de transition à l'industrie de la chaussure et du tannage
- **PADIP** — Programme d'aide au développement de l'industrie pharmaceutique

Le PEE réunit les caractéristiques fondamentales de ces programmes; il a été conçu en vue de faciliter la coordination entre les diverses formes d'aide qui rendent les programmes du ministère de l'Industrie et du Commerce plus accessibles à l'industrie canadienne, tout particulièrement à la petite et à la moyenne entreprise.

Le PEE est administré par le Bureau d'expansion des entreprises et par les bureaux régionaux d'expansion des entreprises qui relèvent tous du cabinet par l'intermédiaire du ministre de l'Industrie et du Commerce.

Buts du PEE

Le but général du PEE est d'encourager la croissance dans les secteurs de la fabrication et de la transformation de l'économie canadienne en fournissant de l'aide à certaines sociétés pour les rendre plus viables et leur permettre de faire face à la concurrence internationale.

Le travail du Programme d'expansion des entreprises consiste à améliorer l'efficacité des programmes ministériels de soutien de l'industrie pour encourager l'innovation et la transition. L'aide est surtout prévue pour les petites et moyennes entreprises prometteuses, prêtes à se lancer dans des projets risqués, en fonction des ressources disponibles, mais malgré tout réalisables et sans doute rentables en regard de l'investissement total.

Fonctionnement du PEE

La production se fait généralement en suivant un cycle type caractérisé par les étapes distinctes suivantes:

a) conception, b) élaboration, c) préparation, d) production, e) commercialisation.

Dans le passé, les programmes de prime et d'extension se sont appliqués à certaines étapes du cycle. Par exemple, le PAIT insistait sur la conception, l'élaboration et la préparation, tandis que le GAAP donnait la priorité à la préparation, à la production et à la commercialisation.

Cependant, chaque étape du cycle de production présente à l'entreprise des risques et des problèmes différents. Une étude globale permet ainsi d'étudier tous les problèmes et tous les risques que peut connaître une entreprise au cours des différentes étapes du cycle de production.

La méthode habituelle du PEE consiste à effectuer une étude globale qui permettra d'analyser, très rigoureusement même, les entreprises qui présentent des demandes, ainsi que les projets proposés, afin de savoir si l'un et l'autre sont sains et prometteurs. L'étude est orientée vers la tactique utilisée en affaire par l'entreprise pour connaître ses besoins d'aide présents et futurs et préparer, en fonction des besoins, une forme d'aide ou plus, faisant appel au programme lui-même ou à d'autres sources de financement gouvernemental ou privé, le tout étant présenté sous la forme d'un plan d'ensemble convenant aux exigences de l'entreprise qui a fait la demande.

Cette méthode rappelle la flexibilité des banques marchandes. Une banque marchande est en effet une institution financière qui s'efforce de servir ses clients en organisant et fournissant, directement ou indirectement, tout genre de financement, des services financiers et de gestion nécessaire à une entreprise pour atteindre son plein rendement.

On peut alors dire que l'investissement se fait sur l'entreprise et non seulement sur le projet prévu.

Cette méthode est semblable à celle utilisée par un investisseur. Elle implique l'étude des ressources de l'entreprise, tant humaines et financières que physiques et technologiques, l'étude des débouchés et les limites du marché, l'examen de la stratégie de l'entreprise ayant trait à l'ordre de priorité des ressources réelles et prévisibles, dans le but de tirer profit des débouchés actuels et futurs du marché.

Le mécanisme décisionnel

Le mécanisme décisionnel fonctionne à deux paliers:

a) La prise de décision, dans le cadre du programme, relève d'un comité mixte regroupant les secteurs public et privé. Ce comité est conçu pour prendre des décisions pragmatiques en fonction du marché, en faisant appel à l'expérience d'hommes d'affaires éminents, dans le domaine décisionnel. Par la suite, il guide et conseille l'agent responsable dans l'analyse des entreprises et l'élaboration d'un plan d'aide réalisable.

Des directives strictes relatives à la confidentialité et aux conflits d'intérêts protègent les intérêts compétitifs des entreprises dont les demandes sont étudiées.

b) Deuxièmement, le mécanisme de prise de décision est décentralisé le plus possible par l'établissement de bureaux régionaux nantis de pouvoirs d'approbation limités. Les décisions se prennent plus rapidement et savent tenir compte des conditions régionales.

Formes d'aide

Les domaines d'application suivants du PEE correspondent aux diverses formes d'aide disponibles:

a) subventions pour élaborer des propositions de projets admissibles à l'aide

b) subventions pour étudier les possibilités de commercialisation

c) subventions pour étudier les possibilités d'augmenter la productivité

d) subventions pour des projets d'esthétique industriels

e) subventions pour des projets d'innovation

f) prêts et assurances sur les prêts aux fins de réorganisation (agrandissement de l'usine, modernisation de l'équipement, capital d'exploitation, etc.)

g) formes d'aide et de garantie de cautionnement à des fins particulières, aide aux industries de la chaussure ou du tannage, aide au financement des ventes de DHC-7.

En fonction du but général poursuivit par le PEE, chaque forme d'aide possède des objectifs secondaires dont suivent les descriptions:

a) **Subventions pour élaborer des propositions de projets qui seraient admissibles à l'aide**

Dans le but de s'assurer que les propositions les plus complexes d'aide pour innovation et transition sont élaborées sur des bases viables, approfondies et utilisables, les subventions peuvent être accordées à ces fins pour défrayer en partie les coûts des services de conseillers qualifiés.

b) **Subventions pour étudier les possibilités de commercialisation**

Les projets d'innovation et de restructuration chancellent ou manquent souvent à la suite de problèmes au niveau des marchés ou de la mise en marché. Pour réduire les risques de cette sorte, on peut accorder des subventions pour défrayer partiellement les coûts des services de conseillers qualifiés dans les domaines touchés par la demande pour innovation ou transition.

c) **Subventions pour étudier les possibilités d'augmenter la productivité**

Pour encourager les entreprises à effectuer des études portant sur des mesures d'augmentation de la productivité qui ne nécessitent pas l'application de techniques nouvelles mais qui comportent quand même un certain risque, on peut accorder des subventions qui permettront de défrayer en partie, les coûts des services de conseillers qualifiés dans ces domaines d'étude.

d) **Subventions pour des projets d'esthétique industrielle**

Le but de ces subventions est d'aider à défrayer les coûts entraînés par une plus grande utilisation des services qualifiés en esthétique industrielle pour des produits à être manufacturés en série. Un autre but est d'encourager, de façon générale, le recours à de tels services.

e) **Subventions pour des projets d'innovation**

Le but de l'aide pour innovation est d'accroître l'innovation technique au Canada, là où elle conduira au développement industriel et à la croissance économique à la fois de l'entreprise et de l'économie canadienne. Des subventions peuvent être accordées à des projets choisis visant la mise au point de produits, de procédés ou de certaines possibilités de services nouveaux ou améliorés, qui font appel à la technologie de pointe et offrent des perspectives d'une exploitation commerciale rentable.

Par suite de l'incertitude et du risque inhérents aux projets d'innovation, ce genre d'aide devrait être souvent accordé en même temps que d'autres formes d'aide, par exemple, avec les subventions visant à étudier les possibilités de commercialisation.

f) **Prêts et assurances sur les prêts pour les projets de réorganisation**

Le but premier de l'aide à la réorganisation, est de faciliter la restructuration ou la rationalisation des entreprises canadiennes de fabrication et de transformation en leur fournissant, en dernier ressort, une aide financière. Les entreprises canadiennes du secteur secondaire éprouvent souvent des difficultés considérables à faire face à la concurrence internationale, tant au pays qu'à l'étranger. Bien que les problèmes soient nombreux et complexes, le plus fréquent d'entre eux réside dans le fait que les manufacturiers canadiens ont été orientés, dans bien des cas, vers le marché intérieur sous des tarifs protecteurs. Dans le but d'encourager la viabilité de l'industrie du secteur secondaire et, aussi, de permettre aux entreprises canadiennes

de faire face plus facilement à la concurrence internationale, il faut investir massivement dans l'industrie privée pour en restructurer les opérations et en moderniser l'équipement et les installations. Dans certains cas, les sources habituelles de financement ne suffisent pas à cette fin pour certaines petites et moyennes entreprises et, dans ces cas, l'assurance sur les prêts peut être accordée suivant les normes d'aide à la réorganisation du programme d'expansion de l'industrie.

Les entreprises canadiennes de fabrication et de transformation viables, peuvent aussi obtenir directement des prêts; mis ceux-ci sont réservés aux entreprises durement touchées par l'importation.

Par suite des risques souvent inhérents à l'aide financière de dernier ressort, ce genre d'aide peut fréquemment être accordé avec d'autres formes d'aide, par exemple, des subventions pour élaborer des propositions de restructuration ou des subventions pour étudier des projets d'amélioration de la productivité.

g) **Formes d'aide à des fins particulières**

On utilise, à l'occasion, l'aide pour la réorganisation du PEE pour structurer des formes d'aide à but spécial afin d'atteindre des objectifs plus précis.

Il existe trois formes d'aide à but spécial:

i) prêts et subventions pour encourager la restructuration d'entreprises de l'industrie de la chaussure ou du tannage,

ii) assurance sur les cautionnements pour des projets "clef en main" à l'étranger,

iii) assurance sur les prêts, les concessions ou les ententes conditionnelles de ventes de DHC-7 à des transporteurs aériens canadiens ou américains.

Ces trois formes d'aide à buts spéciaux sont administrées par le bureau central et n'entrent pas sous l'autorité déléguée aux bureaux régionaux.

Admissibilité à l'aide

En général l'aide du programme d'expansion des entreprises est accessible aux petites et moyennes entreprises canadiennes de fabrication et de transformation. Dans des circonstances précises, des entreprises du secteur des services peuvent aussi être admissibles, à la condition que les services prévus entraînent des bénéfices directs, tangibles et sensibles pour des entreprises de fabrication ou de transformation, ou à la condition que les projets d'innovation, par exemple, soient exploités par une entreprise de fabrication ou de transformation.

Comme politique, le bureau n'accordera cette aide que dans les cas où les entreprises de fabrication qui en bénéficieront sont admissibles à l'aide.

Les entreprises qui font une demande d'aide pour innovation en esthétique industrielle doivent être constituées en société, contrairement à celles qui font une demande pour l'aide à la réorganisation.

Cependant, il est grandement souhaitable que toutes les entreprises soient constituées en société avant de recevoir de l'aide. Cela ne profite pas seulement à la Couronne, mais c'est aussi dans le plus grand intérêt des compagnies. La Couronne préfère traiter avec des sociétés limitées parce qu'il s'agit là d'entités légales impersonnelles. Pour l'entreprise, la constitution en société protège ses éléments constituants en limitant leurs responsabilités à leurs obligations d'affaires.

Chaque forme d'aide possède ses propres critères mais l'admissibilité, de façon générale, est soumise à ceux-ci:

a) l'entreprise et le projet doivent être viables,

b) pour les prêts et les assurances sur les prêts, l'entreprise doit ne pas pouvoir obtenir de financement à des conditions raisonnables,

c) pour les subventions, le projet doit représenter pour l'entreprise un lourd fardeau financier par rapport à ses ressources.

Pour de plus amples renseignements sur le Programme d'expansion des entreprises, s'adresser au bureau du programme, ministère de l'Industrie et du Commerce, Ottawa, ou au bureau régional du même ministère situé le plus près de l'entreprise.

Degré-jour

Lorsqu'on désire établir et améliorer l'efficacité du matériel de chauffage, le concept de "degré-jour" représente un moyen adéquat de décomposer en facteurs, aux fins de calcul, les conditions climatiques.

Les "degré-jour" fournissent essentiellement une "correction climatique" aux fins de mesurage précis et permettent de faire des prévisions sur les variations de température en comparant l'efficacité du matériel de chauffage pour une saison de chauffe avec son efficacité pour la saison précédente.

Parfois, les "degré-jour" sont aussi utilisés comme facteurs de prévision de la consommation de combustible de chauffage. Cependant, en pareil cas, il faut faire attention.

Qu'est-ce qu'un degré-jour?

On définit habituellement un degré-jour comme la différence quotidienne entre une température de base de 18° C et la température moyenne à l'extérieur pour la journée (lorsque celle-ci est inférieure à la température de base). Il va sans dire que la quantité de chaleur et, par conséquent la quantité de combustible nécessaire pour maintenir la température d'un bureau ou d'une usine à un degré acceptable, est plus élevée par temps froid que par temps chaud. Il est tout aussi évident que les édifices inoccupés doivent être chauffés à une température fixe en dépit des variations de températures à l'extérieur.

Rapport entre les "Degrés-jour" et la consommation d'énergie

Période	*Degrés-jour (°C)*		*Consommation de combustible (gallons)*		*Gallons/Degrés-jour*	
	1973-74	1974-75	1973-74	1974-75	1973-74	1974-75
octobre	172	237	2 842	3 916	16,5	16,5
novembre	286	237	4 686	3 883	16,4	16,4
décembre	319	218	5 318	3 634	16,7	16,7
janvier	280	254	4 586	4 160	16,4	16,4
février	274	291	4 544	4 826	16,6	16,6
mars	296	313	4 904	5 186	16,6	16,6
avril	207	212	3 469	3 553	16,8	16,8
Total octobre à avril	1 834	1 762	30 349	29 158	16,6	16,6

L'expérience et les essais basés sur l'observation attentive ont révélés que les besoins de chaleur (c'est-à-dire la consommation de combustible) des édifices, dont la température à l'intérieur est maintenue à 21° C, sont étroitement reliés à la baisse de température en-dessous de 18° C enregistrée à l'extérieur, et exprimée en degrés. Cette différence s'explique du fait que ce n'est pas l'installation de chauffage qui satisfait à tous les besoins de chaleur d'un édifice. Il existe d'autres sources de chaleur comme les gens, les moteurs d'appareils de levage, les procédés, l'éclairage, etc., qui en produisent suffisamment pour augmenter la température à l'intérieur d'environ 3° C. Ce chiffre peut varier en raison de l'occupation des lieux ou des normes d'isolation thermique, mais une différence de 3° C est parfaitement acceptable pour une utilisation normale.

Pour toute période donnée, la consommation d'énergie dépend du temps qu'il fait et de l'heure. Supposons que la température extérieure soit de 17° C au cours d'une journée, les besoins d'énergie pour cette journée sont proportionnels à (18-17)° C, c'est-à-dire 1° C. Cette différence d'un degré entre la température extérieure et 18° C, maintenue pendant une journée de 24 heures, est appelée "degré-jour".

Si les températures extérieures se sont maintenues tous les jours d'une semaine à 17° C, on obtiendra une différence totale de 7 degrés-jour. Pareillement, si les températures extérieures se sont maintenues à 16° C au cours d'une semaine, c'est-à-dire deux degrés-jour de moins que la température de base pour chaque jour, on obtient donc une différence totale de 14 degrés-jour pour toute la semaine. On peut donc en conclure que la consommation de combustible pour la deuxième semaine sera à peu près égale au double de la consommation de combustible de la première semaine. Malheureusement, comme les températures ne sont pas constantes au cours d'une journée, il est nécessaire de calculer les degrés-jour à partir des lectures de température d'une façon moins stricte, comme on l'explique un peu plus loin dans ce passage.

De quelle façon les degrés-jour ont-ils rapport à la quantité de combustible utilisé?

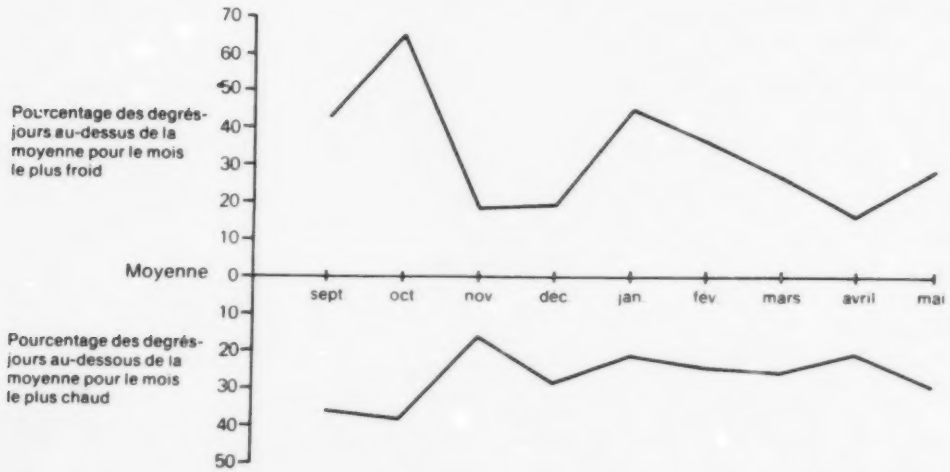
Les données des degrés-jour peuvent être utilisées pour déterminer si l'on fait une consommation efficace du combustible utilisé pour chauffer les édifices. En tout premier lieu, on peut établir une comparaison directe entre le combustible utilisé au cours d'une période et le nombre de degrés-jour pour cette même période. Les variations mensuelles dans la consommation de combustible peuvent s'expliquer par des changements proportionnels dans les degrés-jour ou, d'une manière plus efficace, il est possible d'établir le rapport "combustible utilisé par degré-jour". Voir le tableau.

Cette utilisation des degrés-jour est particulièrement intéressante pour les techniciens-surveillants responsables du contrôle du chauffage d'un certain nombre d'édifices du même genre ou de construction semblable, ou encore parce que le rapport "combustible utilisé par degré-jour" peut se révéler un guide utile pour ce qui est de la consommation probable de combustible dans les édifices semblables et de mêmes dimensions. Même si ces édifices sont situés dans différentes régions du pays, cette méthode est toujours susceptible d'être appliquée puisqu'il est possible de se procurer auprès du Ministère de l'environnement du Canada les plus récentes données en degrés-jour relatives aux régions appropriées.

Dans quelles circonstances ne pas utiliser les degrés-jour

- Si l'on utilise des données en degrés-jour pour des essais de courte durée, on ne doit pas s'attendre à obtenir des résultats précis.
- Il est peu probable que les degrés-jour d'une journée ou d'une semaine soient satisfaisants et il se pourrait même qu'ils vous induisent en erreur; on recommande d'utiliser des données mensuelles.
- À des fins industrielles ou autres, il est possible que les températures intérieures doivent être maintenues à des températures plus élevées que

Variation entre les mois les plus chauds et ceux les plus froids, sur une période de 19 ans. (1957/8 — 1975/6)



21° C. Par exemple, dans les hôpitaux, la température des salles d'opération doit être de 27° C. Pour prévenir le gel, la température de certaines pièces doit être maintenue à 8° C. Dans ces cas particuliers, les degrés-jour établis en fonction d'une température intérieure de 21° C ne conviennent pas.

- Il serait bon de noter que dans les édifices où la production interne de chaleur varie grandement (par exemple utilisation irrégulière de machinerie génératrice de chaleur), il est possible que les degrés-jour ne constituent pas une source fiable et sûre d'indication de la consommation de combustible. Dans les cas des édifices où la température intérieure est relativement stable, même si elle baisse ou augmente de 3° C, les comparaisons effectuées d'après les degrés-jour sont valables.

Quel degré de précision atteignent les calculs fondés sur les degrés-jour?

Le degré-jour, relié à la consommation de combustible, suppose un chauffage continu même si les édifices sont inoccupés la nuit ou les week-end. Calculer périodiquement les degrés-jour directement liés aux heures d'occupation des édifices constitue un moyen d'omettre cette période. A cette fin, il est nécessaire d'obtenir des lectures précises de température s'appliquant aux périodes d'occupation. Toutefois, les édifices dotés d'un facteur de chaleur spécifique élevé, prennent longtemps à se refroidir ou à se réchauffer et dans leur cas, des intervalles de moins d'une journée sont susceptibles d'être peu révélateurs.

La consommation en combustible n'est pas uniquement reliée à la température. D'autres facteurs météorologiques, notamment la force du vent, l'humidité, le rayonnement solaire, la nébulosité, les caractéristiques physiques de l'édifice et son utilisation jouent également un rôle important. En outre, les besoins en chauffage calculés sur de courtes périodes ne sont peut-être pas représentatifs de la saison entière. La comparaison établie entre la consommation en combustible et les degrés-jour de chauffage, pour de courtes périodes, devient alors nulle et sans effet.

Dans le cas, d'installations de chauffage autonomes, l'efficacité de chauffage d'une installation varie en fonction de la demande globale. Le degré d'efficacité sera certes moins élevé au début et à la fin de la saison d'hiver, c'est-à-dire lorsque la charge sera plus faible, mais il augmentera en fonction de la charge tout au long de la saison froide.

Lorsqu'on étudie la consommation de combustible, on doit tenir compte de ces facteurs et interpréter sous cet angle les résultats obtenus.

La méthode pour prévoir la consommation en combustible au moyen des degrés-jours est donnée dans le tableau de gauche. Ce tableau illustre l'écart mensuel de degrés-jours entre le mois le plus chaud et celui le plus froid, sur une période de 19 années (pour laquelle les données sont disponibles). Lors de l'estimation de la quantité nécessaire de combustible, par exemple, pour le mois de décembre, à l'aide de la formule fondée sur la moyenne de degrés-jours obtenue en décembre, il est possible que pour un mois donné, on ait besoin, par rapport à la moyenne établie, entre 30% de moins ou de 20% de plus de combustible.

Le principe du degré-jour a manifestement des limites mais s'il est utilisé intelligemment, il peut être un instrument extrêmement utile.

Conversion des degrés-jours de chauffage mensuel de degrés fahrenheit en degrés celsius

M. D.W. Boyd, des services de l'environnement atmosphérique du Conseil national de recherches du Canada a étudié la conversion et publié ses découvertes dans la Note d'information de recherches sur le bâtiment, n° 98: Converting Heating Degree-Days from Below 65° F to Below 18° C. La conversion est donnée par la formule suivante qui est précise à 2 degrés-jours Celsius par mois.

$$C_d = \frac{5}{9}(F_d - K)$$

F_d = nombre de degrés-jours de chauffage par mois, en degrés F, ayant comme température de base 65° F.

C_d = nombre de degrés-jours de chauffage par mois, en degrés C, ayant comme température de base 18° C.

K = facteur de correction variable nécessaire par suite du changement de la température de base. Il est tiré du tableau suivant, lui-même extrait de la publication de M. D.W. Boyd.

Tableau 1

F_d	K	F_d	H
1 — 3	0	98 — 114	10
4 — 11	1	115 — 132	11
12 — 19	2	133 — 154	12
20 — 28	3	155 — 180	13
29 — 37	4	181 — 213	14
38 — 47	5	214 — 257	15
48 — 58	6	258 — 323	16
59 — 70	7	324 — 466	17
71 — 83	8	467 et plus	18
84 — 97	9		

Exemples:

Pour convertir une valeur mensuelle de 148 degrés-jours de chauffage sur une base de 65° F, en degrés-jours de chauffage Celsius, sur une base de 18° C, rechercher dans la colonne F_d du tableau précédent la ligne 133 — 154. Prendre le chiffre 12 de la colonne K et l'insérer dans l'équation suivante.

$$C_d = \frac{5}{9}(148 - 12)$$

C_d = 75.6 ou 76 degrés-jours de chauffage sur une base de 18° C.

Si la valeur à convertir est de 1254 degrés-jours de chauffage en degrés F, le facteur de correction K est 18 et la conversion s'effectue comme suit:

$$C_d = \frac{5}{9}(1254 - 18)$$

C_d = 686.6 ou 687 degrés-jours, sur une base de 18° C.

Degrés-jours et températures pour les calculs aux endroits choisis du Canada

PROVINCE ET ENDROIT	TEMPÉRATURE POUR LES CALCULS JANVIER 2½% °C	DEGRÉS-JOURS SOUS 18°C
Colombie-Britannique		
Abbotsford	-10	3150
Agassiz	-13	2960
Alberni	-5	3180
Ashcroft	-25	4060
Beatton River	-37	7010
Burns Lake	-30	5720
Cache Creek	-25	4080
Campbell River	-7	3200
Carmi	-24	5210
Castlegar	-19	3747
Chetwynd	-35	5890
Chilliwack	-12	2970
Cloverdale	-8	3030
Comox	-7	3203
Courtenay	-7	3250
Cranbrook	-27	4762
Crescent Valley	-20	4320
Crofton	-6	3140
Dawson Creek	-36	5890
Dog Creek	-28	5110
Duncan	-6	3200
Elko	-28	4900
Fernie	-29	4980
Fort Nelson	-40	7063
Fort St. John	-36	6119
Glacier	-27	5730
Golden	-28	4950
Grand Forks	-20	4050
Greenwood	-20	4520
Haney	-9	3280
Hope	-16	3150
Kamloops	-25	3756
Kaslo	-23	4110
Kelowna	-17	3680
Kimberley	-26	4890
Kitimat Plant	-16	4110
Kitimat Townsite	-16	4130
Langley	-8	2980
Lilooet	-23	4130
Lytton	-19	3220
Mackenzie	-35	5950
McBride	-34	5720
McLeod Lake	-35	5720
Masset	-7	3720
Merritt	-26	4190
Mission City	-9	2980
Montrose	-17	4080
Nakusp	-24	4130
Nanaimo	-7	3010
Nelson	-20	3920
New Westminster	-8	2930
North Vancouver	-7	3090
Ocean Falls	-12	3520
100 Mile House	-28	4900
Osoyoos	-16	3530
Penticton	-16	3514
Port Alberni	-5	3180
Port Hardy	-5	3661
Port McNeill	-5	3480
Powell River	-9	2900
Prince George	-33	5388
Prince Rupert	-14	4117
Princeton	-27	4560
Qualicum Beach	-7	3250
Quesnel	-33	4940
Revelstoke	-26	4073
Richmond	-7	2920
Salmon Arm	-23	4090
Sandspit	-6	3650
Sidney	-6	3090
Smithers	-29	5290
Smith River	-46	7610
Squamish	-11	3140
Stewart	-23	4710
Taylor	-36	5890
Terrace	-20	4430
Tofino	-2	3250
Trail	-17	3650
Ucluelet	-2	3250
Vancouver	-7	3007
Vernon	-20	4040
Victoria	-5	3076
Williams Lake	-31	5105
Youbou	-5	3360
Alberta		
Athabasca	-35	6280
Banff	-30	5719
Barrhead	-34	6000
Beaverlodge	-35	5820
Brooks	-32	5290
Calgary	-31	5345
Campsie	-34	6010
Camrose	-33	5720
Cardston	-30	4830
Claresholm	-31	5120
Cold Lake	-36	6450
Coleman	-31	5120
Coronation	-31	5906
Cowley	-31	5150
Drumheller	-31	5570
Edmonton	-32	5589
Edson	-34	5910
Embarras Portage	-41	7490
Fairview	-38	6170
Fort Saskatchewan	-32	5890
Fort Vermilion	-41	7170
Grande Prairie	-36	6145
Habay	-41	7050
Hardisty	-33	5950
High River	-31	5320
Jasper	-32	5532
Keg River	-40	6820
Lac La Biche	-35	6140
Lacombe	-33	5740
Lethbridge	-30	4718
McMurray	-39	6778
Manning	-39	6600
Medicine Hat	-31	4874
Peace River	-37	6424
Penhold	-32	5845
Pincher Creek	-32	5010
Ranfurly	-34	5980
Red Deer	-32	5700
Rocky Mountain House	-31	5550
Slave Lake	-36	6220
Stettler	-32	5590
Stony Plain	-32	5780
Suffield	-32	5360
Taber	-31	4750
Turner Valley	-31	5700
Valleyview	-37	6110
Vegreville	-34	6000
Vermilion	-35	6140
Wagner	-36	6180
Wainwright	-33	6000
Wetaskiwin	-33	5670
Whitecourt	-35	6130
Wimborne	-31	5620
Saskatchewan		
Assiniboia	-32	5340
Battrum	-32	5400
Biggar	-34	5890
Broadview	-34	6080
Dafoe	-36	6360
Dundurn	-35	5840
Estevan	-32	5542
Hudson Bay	-37	6470
Humbolt	-36	6280
Island Falls	-39	7100
Kamsack	-35	6290
Kindersley	-33	5710
Lloydminster	-35	6280
Maple Creek	-31	5180
Meadow Lake	-36	6550
Melfort	-37	6390
Melville	-34	6170
Moose Jaw	-32	5400
Nipawin	-38	6550
North Battleford	-34	6050
Prince Albert	-37	6562
Qu'Appelle	-34	6060
Regina	-34	5920
Rosetown	-33	5860
Saskatoon	-35	6077
Scott	-34	6260
Strasbourg	-34	5890
Swift Current	-32	5482
Uranium City	-44	8210
Weyburn	-33	5720
Yorkton	-34	6239
Manitoba		
Beauséjour	-33	5830
Boissevain	-32	5610
Brandon	-33	6037
Churchill	-39	9213
Dauphin	-33	6150
Flin Flon	-38	6780
Gimli	-34	6030
Island Lake	-36	7210
Lac du Bonnet	-34	5950
Lynn Lake	-40	7820
Morden	-31	5490
Neepawa	-32	5950
Pine Falls	-34	6000
Portage la Prairie	-31	5890
Rivers	-34	5940
St. Boniface	-33	5830
St. Vital	-33	5830
Sandilands	-32	5890
Selkirk	-33	5890
Split Lake	-38	7880
Steinbach	-33	5830
Swan River	-36	6280
The Pas	-36	6852
Thompson	-42	7930
Transcona	-33	5830
Virden	-33	5890
Whiteshell	-34	5950
Winnipeg	-33	5889
Ontario		
Ailsa Craig	-17	3980
Ajax	-20	4080
Alexandria	-24	4580
Alliston	-23	4520
Almonte	-26	4740
Ansonville	-33	6220
Armstrong	-39	6892
Arnprior	-27	4800
Atikokan	-34	6040
Aurora	-21	4300
Bancroft	-27	4960
Barrie	-24	4470
Barriefield	-22	4240
Beaverton	-24	4580
Belleville	-22	4190
Belmont	-17	3980
Bowmanville	-20	4130
Bracebridge	-26	4800
Bradford	-23	4410
Brampton	-19	4200
Brantford	-17	3920
Brighton	-21	4240
Brockville	-23	4300
Brooklin	-20	4240
Burks Falls	-26	5070
Burlington	-17	3700
Caledonia	-17	3920
Cambridge	-18	4130
Campbellford	-23	4410
Camp Borden	-23	4470
Cannington	-24	4580
Carleton Place	-25	4690
Cavan	-22	4470
Centralia	-17	3940
Chapleau	-35	5950
Chatham	-16	3530
Chelmsford	-28	5290
Chesley	-19	4240
Clinton	-17	4130
Coboconk	-25	4740
Cobourg	-21	4190
Cochrane	-34	6230
Colborne	-21	4190
Collingwood	-22	4580
Cornwall	-23	4470
Corunna	-16	3810
Deep River	-29	5180
Deseronto	-22	4080
Dorchester	-18	4030
Dorion	-33	5890
Dresden	-16	3700
Dryden	-34	6080
Dunbarton	-19	4030
Dunnville	-15	3810
Durham	-20	4620
Dutton	-16	3750
Earlton	-33	5866
Edison	-34	6000
Elmvale	-24	4580
Embro	-18	4130
Englehart	-33	5950
Espanola	-25	5070

Degrés-jours et températures pour les calculs aux endroits choisis du Canada

PROVINCE ET ENDROIT	TEMPÉRATURE POUR LES CALCULS JANVIER 2½% °C	DEGRÉS-JOURS SOUS 18°C
Exeter	-17	4080
Fenelon Falls	-25	4690
Fergus	-20	4610
Fonthill	-15	3700
Forest	-16	3830
Fort Erie	-15	3590
Fort Frances	-33	5830
Gananoque	-22	4240
Georgetown	-19	4250
Geraldton	-35	6550
Glencoe	-16	3810
Goderich	-16	4190
Gore Bay	-23	4910
Graham	-37	6470
Gravenhurst	-26	4740
Grimsby	-16	3580
Guelph	-19	4220
Guthrie	-24	4520
Hagersville	-16	3920
Haileybury	-32	5830
Haliburton	-27	4920
Hamilton	-17	3710
Hanover	-19	4350
Hastings	-23	4470
Hawkesbury	-25	4800
Hearst	-34	6500
Honey Harbour	-24	4580
Hornepayne	-37	6580
Huntsville	-26	4760
Ingersoll	-18	4030
Jarvis	-16	3860
Jellicoe	-36	6450
Kapuskasing	-33	6366
Kemptville	-25	4540
Kenora	-33	5932
Killaloe	-28	4940
Kincardine	-17	4240
Kingston	-22	4266
Kinmount	-26	4800
Kirkland Lake	-33	6150
Kitchener	-19	4110
Lakefield	-24	4630
Lansdowne House	-39	7110
Leamington	-15	3560
Lindsay	-24	4580
Lions Head	-19	4350
Listowel	-19	4630
London	-18	4068
Lucan	-17	4030
Maitland	-23	4300
Markdale	-20	4690
Martin	-36	6330
Matheson	-33	6220
Mattawa	-29	5340
Midland	-23	4580
Milton	-18	4080
Milverton	-19	4520
Minden	-26	4850
Mississauga	-18	3810
Mitchell	-18	4400
Moosonee	-36	6931
Morrisburg	-23	4410
Mount Forest	-21	4755
Muskoka Airport	-26	4837
Nakina	-35	6540
Napanee	-22	4130
Newcastle	-20	4130
New Liskeard	-32	5830
Newmarket	-22	4350
Niagara Falls	-16	3740
North Bay	-28	5318
Norwood	-24	4520
Oakville	-18	3640
Orangeville	-21	4650
Orillia	-25	4610
Oshawa	-19	4130
Ottawa	-25	4673
Owen Sound	-19	4220
Pagwa River	-34	6330
Paris	-17	4030
Parkhill	-16	3980
Parry Sound	-24	4620
Pembroke	-28	4960
Penetanguishene	-23	4580
Perth	-25	4520
Petawawa	-29	5010
Peterborough	-23	4520
Petrolia	-16	3750
Picton	-21	4080
Plattsville	-18	4130
Point Alexander	-29	5180
Porcupine	-34	6220
Port Burwell	-15	3810
Port Colborne	-15	3640
Port Credit	-18	3700
Port Dover	-15	3830
Port Elgin	-17	4240
Port Hope	-21	4190
Port Perry	-22	4410
Port Stanley	-15	3810
Prescott	-23	4350
Princeton	-17	4030
Raith	-35	6060
Red Lake	-34	6220
Renfrew	-27	4790
Ridgeway	-15	3590
Rockland	-26	4800
St. Catharines	-16	3550
St. Marys	-18	4130
St. Thomas	-16	3850
Sarnia	-16	3840
Sault Ste. Marie	-25	5180
Schreiber	-35	6070
Seaforth	-17	4240
Simcoe	-17	3962
Sioux Lookout	-34	6180
Smiths Falls	-25	4520
Smithville	-16	3920
Smooth Rock Falls	-34	6280
Southampton	-17	4250
South Porcupine	-34	6220
South River	-27	5180
Stirling	-23	4340
Stratford	-18	4300
Strathroy	-17	3920
Streetsville	-18	4080
Sturgeon Falls	-27	5180
Sudbury	-28	5447
Sundridge	-27	5120
Tavistock	-18	4190
Thamesford	-18	4030
Thedford	-16	3860
Thunder Bay	-31	5746
Tillsonburg	-17	3920
Timagami	-30	5570
Timmins	-34	6189
Toronto	-18	4082
Trenton	-21	4116
Trout Creek	-27	5230
Trout Lake	-38	7680
Uxbridge	-22	4450
Vanier	-25	4690
Vittoria	-15	3860
Walkerton	-18	4160
Wallaceburg	-16	3620
Waterloo	-19	4110
Watford	-16	3810
Wawa	-35	5640
Welland	-15	3640
West Lorne	-16	3750
Whitby	-20	4080
White River	-39	6380
Wiarton	-18	4412
Windsor	-16	3590
Wingham	-18	4240
Woodstock	-18	4100
Wyoming	-16	3810
Québec		
Acton Vale	-24	4690
Alma	-30	5830
Amos	-34	6300
Ancienne Lorette	-25	5110
Arvida	-29	5740
Asbestos	-26	4800
Aylmer	-25	4740
Bagotville	-31	5776
Baie Comeau	-27	5981
Beaconsfield	-23	4470
Beauport	-25	4850
Bedford	-23	4470
Beloeil	-24	4580
Brossard	-24	4520
Buckingham	-26	4900
Cacouna	-25	5400
Campbell's Bay	-28	4850
Camp Valcartier	-25	5120
Chicoutimi	-30	5510
Coaticook	-24	5010
Contrecoeur	-24	4800
Cowansville	-24	4580
Dolbeau	-31	5950
Dorval	-23	4470
Drummondville	-25	4740
Farnham	-24	4590
Fort Chimo	-39	8460
Fort Coulonge	-28	4850
Gagnon	-33	7490
Gaspé	-23	5340
Gatineau	-25	4740
Gentilly	-25	4850
Gracefield	-28	5070
Granby	-25	4580
Great Whale River	-36	8133
Harrington Harbour	-25	6110
Havre St. Pierre	-27	6110
Hemmingford	-23	4580
Hull	-25	4740
Iberville	-24	4630
Joliette	-25	4880
Jonquière	-29	5720
Kenogami	-29	5730
Knob Lake	-38	8229
Knowlton	-24	4630
Kovik Bay	-38	9550
Lachine	-23	4470
Lachute	-25	4850
Lafleche	-24	4520
La Malbaie	-26	5340
La Salle	-23	4470
La Tuque	-29	5350
Laval	-24	4580
Lennoxville	-28	4850
Léry	-23	4520
Les Saules	-25	5010
Lévis	-25	4900
Loretteville	-25	5120
Louiseville	-25	5010
Magog	-26	4730
Malartic	-33	6110
Maniwaki	-29	5319
Masson	-26	4850
Matane	-24	5400
Mégantic	-27	5280
Mont Joli	-24	5353
Mont Laurier	-29	5340
Montmagny	-25	4900
Montreal	-23	4471
Montreal Nord	-23	4470
Mount Royal	-23	4470
Nitchequon	-38	7880
Noranda	-33	6220
Outremont	-23	4470
Percé	-22	5290
Pierrefonds	-23	4470
Pincourt	-23	4520
Plessisville	-26	5120
Pointe Claire	-23	4470
Pointe Gatineau	-25	4740
Port Alfred	-29	5720
Port Cartier	-29	6000
Port Harrison	-38	9070
Preville	-24	4520
Québec	-25	5080
Richmond	-25	4740
Rimouski	-25	5400
Rivière du Loup	-25	5533
Roberval	-30	5740
Rock Island	-24	4900
Rosemere	-24	4580
Rouyn	-33	6220
Ste. Agathe des Monts	-27	5380
Ste Anne de Bellevue	-23	4520
St. Canut	-25	4900
St. Félicien	-31	6000
Ste. Foy	-25	4900
St. Hubert	-24	4540
St. Hubert de Témiscouata	-26	5780
St. Hyacinthe	-24	4650
St. Jean	-24	4630
St. Jérôme	-25	5060
St. Jovite	-27	5290
St. Lambert	-23	4470
St. Laurent	-23	4470

Degrés-jours et températures pour les calculs aux endroits choisis du Canada

PROVINCE ET ENDROIT	TEMPÉRATURE POUR LES CALCULS JANVIER 2½% °C	DEGRÉS-JOURS SOUS 18°C
St. Nicolas	-25	4850
Schefferville	-38	8229
Senneterre	-34	6220
Seven Islands	-30	6135
Shawinigan	-26	5110
Shawville	-27	4850
Sherbrooke	-28	5242
Sillery	-25	4900
Sorel	-24	4840
Sutton	-24	4690
Tadoussac	-26	5380
Temiscaming	-30	5220
Thetford Mines	-26	5350
Three Rivers	-25	5070
Thurso	-26	4850
Val d'Or	-33	6146
Valleyfield	-23	4520
Varennes	-24	4630
Verchères	-24	4740
Verdun	-23	4470
Victoriaville	-26	5040
Ville d'Anjou	-23	4470
Ville Marie	-31	5760
Waterloo	-24	4580
Westmount	-23	4470
Windsor Mills	-25	4630
Nouveau-Brunswick		
Alma	-21	4580
Bathurst	-23	5160
Campbellton	-26	5100
Chatham	-24	4884
Edmundston	-27	5340
Fredericton	-24	4699
Gagetown	-23	4490
Grand Falls	-27	5250
Moncton	-22	4709
Oromocto	-23	4740
Sackville	-21	4590
Saint John	-22	4771
St. Stephen	-22	4580
Shippigan	-22	5180
Woodstock	-26	4770
Nouvelle-Écosse		
Amherst	-21	4580
Antigonish	-20	4580
Bridgewater	-15	4190
Canso	-17	4410
Dartmouth	-16	4200
Debert	-22	4580
Digby	-15	3850
Greenwood	-17	4130
Halifax	-16	4123
Kentville	-18	4240
Liverpool	-14	4010
Lockeport	-14	3980
Louisburg	-15	4410
Lunenburg	-15	4190
New Glasgow	-21	4580
North Sydney	-16	4410
Pictou	-21	4580
Port Hawkesbury	-19	4470
Springhill	-20	4580
Stewiacke	-21	4520
Sydney	-16	4459
Tatamagouche	-21	4580
Truro	-21	4704
Wolfville	-19	4300
Yarmouth	-13	4024
Île-du-Prince-Édouard		
Charlottetown	-20	4623
Souris	-19	4580
Summerside	-20	4600
Tignish	-20	4850
Terre-Neuve		
Argentia	-13	4600
Bonavista	-17	5010
Buchans	-21	5530
Cape Harrison	-29	6880
Cape Race	-14	5010
Corner Brook	-19	4900
Gander	-18	5039
Goose Bay	-31	6522
Grand Bank	-14	4560
Grand Falls	-21	5100
Labrador City	-35	7770
Port aux Basques	-15	4800
St. Anthony	-24	5940
St. John's	-14	4804
Stephenville	-17	4783
Twin Falls	-35	7820
Wabana	-15	4850
Wabush Lake	-35	7770
Yukon		
Aishihik	-44	8070
Dawson	-50	8274
Destruction Bay	-43	7820
Snag	-51	8640
Teslin	-41	7050
Watson Lake	-46	7510
Whitehorse	-41	6879
Territoires du Nord-Ouest		
Aklavik	-44	9890
Alert	-43	12930
Arctic Bay	-43	11510
Baker Lake	-45	10870
Cambridge Bay	-45	11900
Chesterfield Inlet	-40	10750
Clyde	-41	10930
Coppermine	-44	10700
Coral Harbour	-41	10690
Eskimo Point	-40	9990
Eureka	-47	13340
Fort Good Hope	-46	9340
Fort Providence	-44	8020
Fort Resolution	-42	8100
Fort Simpson	-45	8020
Fort Smith	-43	7852
Frobisher Bay	-40	9845
Hay River	-41	7950
Holman Island	-43	10950
Inuvik	-46	10174
Isachsen	-46	13360
Mould Bay	-45	12990
Norman Wells	-46	8830
Nottingham Island	-38	9720
Port Radium	-44	9170
Rae	-44	8660
Rankin Inlet	-40	10600
Resolute	-44	12549
Resolution Island	-35	8780
Tungsten	-49	8770
Yellowknife	-43	8593

Analyses financières

Les neuf autres fascicules suggèrent des moyens d'économiser l'énergie qui exigent des investissements pour y parvenir. Dans certains cas, l'importance des économies annuelles et le coût d'immobilisation si peu élevé justifient la mise en oeuvre du projet. Dans d'autres, il faut faire une analyse plus approfondie.

Dans tous les cas, il est dangereux de rejeter un programme en se fondant sur une simple analyse du "délai de récupération".

Certaines entreprises ont pour principe que tout projet nécessitant l'investissement d'un capital de $25 000, ou plus, par exemple, doit faire l'objet d'une analyse approfondie du taux de profit. Cette analyse doit être complète et prévoir les "mouvements de trésorerie escomptés". Les projets moins importants peuvent se justifier par une simple analyse du "délai de récupération".

Cette méthode comporte deux dangers:

1. Une simple analyse du délai de récupération ne tiendra pas compte de nombreux facteurs qui pourraient rendre le projet de conservation de l'énergie plus attrayant que les autres projets d'investissement présentés à l'approbation de la direction supérieure.
2. Une analyse plus détaillée force le service ou le directeur d'un service à bien comprendre le projet pour être mieux en mesure de le défendre oralement, si cela est nécessaire, à une réunion de la direction.

Le présent chapitre discute de deux méthodes d'effectuer une analyse financière visant à une économie de coûts. Un facteur important de l'analyse est le montant que vous payez pour l'énergie que vous utilisez.

Ceci a pour but de vous permettre d'effectuer une analyse valable des dispositions que vous devrez peut-être prendre pour économiser énergie et argent. Le coût varie considérablement selon le combustible employé. Le tableau suivant indique le coût de l'énergie selon différents prix pour le combustible et l'électricité.

TABLEAU I

Prix du combustible ou de l'électricité

Électricité $/kWh	Pétrole $/gal	Gaz $/Mpi³	Propane $/gal	Charbon $/tonne	Coût $/MMBtu
0.0034	0.168	1.00	0.1104	24.00	1.00
0.0051	0.252	1.50	0.1656	36.00	1.50
0.0068	0.336	2.00	0.2196	48.00	2.00
0.0077	0.378	2.25	0.2484	54.00	2.25
0.0085	0.420	2.50	0.2760	60.00	2.50
0.0094	0.462	2.75	0.3036	66.00	2.75
0.0102	0.504	3.00	0.3300	72.00	3.00
0.0119	0.588	3.50	0.3864	84.00	3.50
0.0136	0.672	4.00	0.4392	96.00	4.00
0.0171	0.84	5.00	0.5496	120.00	5.00
0.0239	1.176	7.00	0.7692		7.00
0.0341		10.00			10.00
0.0512					15.00
0.0682					20.00

*MMBtu = un million de B.T.U.

Analyse coût bénéfice

L'analyse coût/bénéfice peut servir à déterminer si un investissement de capital est justifié sur le plan économique ou peut vous aider à choisir entre plusieurs possibilités, après que vous ayez décidé d'investir. Premièrement, tous les bénéfices et tous les coûts sont réduits à la valeur d'un dollar; on établit ensuite le rapport bénéfice/coût. Si le rapport dépasse l'unité, le projet peut se justifier d'un point de vue économique et il devrait faire l'objet d'une étude plus approfondie.

Exemple: un système de récupération de la chaleur pour une petite usine de traitement de la chaleur coûte, installation comprise, $55 000. Ce système fera économiser annuellement $12 000 de combustible et durera 10 ans. Les coûts annuels d'entretien s'élèveront à $500. On détermine ainsi le rapport bénéfice/coût:

Bénéfices = $12 000 - $500 = $11 500 par année

Coûts: En admettant qu'il est possible d'emprunter à 10% d'intérêt, le coût annuel sera le coût amorti ou le paiement annuel nécessaire au remboursement de la dette à 10% d'intérêt pendant dix ans. On détermine ce coût en multipliant le prêt total par le facteur de reprise du capital, F, indiqué au tableau II. Ainsi, à un taux d'intérêt de 10% pendant 10 ans, F = 0,1628 et le coût = $55 000 × 0,1628 = $8 954. Le rapport bénéfice/coût = $11 500/$8 954 = 1,28.

L'investissement est profitable puisque le rapport bénéfice/coût est plus grand que l'unité.

TABLEAU II

Facteur de reprise du capital — F

Années	Taux d'intérêt				
n	6.0%	7.0%	8.0%	10.0%	12.0%
5	0.2374	0.24389	0.25046	0.26380	0.27741
10	0.1359	0.14238	0.14903	0.16275	0.17698
15	0.10303	0.10979	0.11683	0. 13147	0.14682
20	0.0872	0.09439	0.10185	0.11746	0.13388
25	0.0782	0.08581	0.09368	0.11017	0.12750
30	0.0726	0.08059	0.08883	0.10608	0.12414
40	0.0665	0.07501	0.08386	0.10226	0.12130

Exemple: Une petite usine de fabrication a décidé d'acheter un système de récupération des eaux résiduelles et de la chaleur. Il existe deux possibilités:

Système A:
Coût total $14 000
Coûts annuels de fonctionnement et d'entretien $900

Système B:
Coût total $12 000
Coûts annuels de fonctionnement et d'entretien $1 400

Les deux systèmes réduisent également la consommation d'énergie et les deux possèdent une durée de vie approximative de 15 ans. On peut emprunter à 10% d'intérêt.

Quel système assurera, à long terme, les meilleures économies? Le bénéfice net annuel du système A par rapport au système B est de $500. Le coût additionnel du système A par rapport au système B = $2 000. Pour des taux d'intérêt de 10% pendant 15 ans, le facteur de reprise du capital est F = 0,1315 (d'après le tableau II). Ainsi le coût annuel de l'investissement supplémentaire de $2 000 est:

Coût = $2 000 × 0,1315 = $263
et le rapport
bénéfice/coût = $500/$263 = 1,90

Même si le coût original du système A est 16,7% plus élevé que celui du système B, le système A assurera à long terme les meilleures économies pour la durée du système.

Temps de recouvrement de l'investissement (Délai de récupération)

Une autre méthode consiste à déterminer combien de temps il faudra pour amortir l'investissement nécessaire pour réaliser une certaine économie d'énergie (en dollars). On présume que les économies annuelles servent à rembourser le prêt consenti au taux courant d'intérêt. Si l'investissement est remboursé en moins de temps que la durée du système, cet investissement est rentable. Le tableau III sert à déterminer le "temps nécessaire au recouvrement de l'investissement".

TABLEAU III

Années de recouvrement de l'investissement

Rapport Investissement/économies	Taux d'intérêt		
	8%	10%	12%
2	2.19	2.27	2.34	2.42
3	3.41	3.57	3.74	3.94
4	4.71	5.01	5.36	5.77
5	6.12	6.64	7.27	8.08
6	7.66	8.50	9.61	11.2
7	9.35	10.7	12.6	16.2
8	11.2	13.3	16.9	28.4

Exemple: On a estimé qu'un investissement de $22 500 est nécessaire pour améliorer le système et les contrôles d'air climatisé et de chauffage installés dans un vieil immeuble à bureaux de cinq étages. La durée du système serait ainsi prolongée de 10 ans. Les économies annuelles d'énergie achetée, plus le coût réduit d'entretien s'élèveraient à environ $5 500. On peut emprunter à un taux d'intérêt de 10%. Pour déterminer le temps requis au recouvrement de l'investissement, on calcule le rapport suivant:

Investissement de capital/économies annuelles = $22 500/$5 500 = 4,09

En rapport avec le tableau III, à un rapport investissement/économie de 4 et à un taux d'intérêt de 10%, le temps de recouvrement de l'investissement = 5,36 années

Comme cette période est plus courte que la durée de vie prolongée du système, l'investissement serait profitable.

Ces exemples d'analyse de coût ne tiennent évidemment pas compte d'importantes considérations comme le "coût d'option" (la valeur de l'argent dépensé s'il était affecté ailleurs) ou de l'influence des impôts provinciaux et fédéraux.

On recommande une analyse en profondeur des coûts de cycle de vie si l'on étudie la possibilité d'investir une somme assez importante d'argent.

Index des sujets importants — manuels 1 à 10

Le premier nombre indique le numéro du manuel et le second le numéro de la page

Air comburant, entrée 5/31
Air comburant, préchauffage de l' 5/32,5/35-36
Air comprimé, généralités 6/12
Air comprimé, réduction de la pression 6/16-17,6/29
Air comprimé, remplacement 6/23
Aides gouvernementales 1/28-30
Analyses financières 1/37
Analyse coûts-bénéfices 1/37-38
Appareils de contrôle des réservoirs de rinçage 3/24
Arrêt, manuel et automatique 4/8
Ballasts des lampes 2/19,2/21
Bâtiment, charge thermique et frigorifique d'un 2/1
Bilans calorifiques 5/1-8,5/14-15
Brides, isolation des 6/4
Broyeurs à marteau 4/12
"C" 2/5
Calcul des besoins en matière d'isolation 2/6
Calfeutrage 2/2
Calorifugeage 5/9,5/33
Camionnage, additifs au carburant 7/17,7/25
Camionnage, autres possibilités 7/17
Camionnage, chargement optimal 7/4
Camionnage, choix des pneus 7/5-6
Camionnage, diminution de la puissance nominale du moteur 7/15
Camionnage, réduction du régime du moteur 7/15-16
Camionnage, doubles remorques 7/11
Camionnage, embrayage pour ventilateurs 7/11-13
Camionnage, entretien 7/6
Camionnage, essieux autonomes 7/16
Camionnage, formation des conducteurs 7/5
Camionnage, itinéraire 7/5
Camionnage, lubrifiants 7/18-20
Camionnage, mesures d'économie 7/19,7/24
Camionnage, moteurs à essence ou moteurs Diesel 7/7-8,7/18,7/21
Camionnage, rapports de pont 7/16
Camionnage, réduction de la résistance aérodynamique 7/9-10
Camionnage, transmissions automatiques 7/11
Chariot-élévateur, entretien et fonctionnement 7/2,7/23
Chariot-élévateur, généralités 7/2-3,7/23
Chaudières, air comburant 3/15
Chaudières, contrôles 5/25-26,5/35
Chaudières, contrôle de l'eau d'alimentation 6/22,6/26
Chaudières, équipement de récupération de la chaleur 5/26
Chaudières, fonctionnement et entretien 5/24-25,6/1-2,6/18,6/21
Chaudières, installation d'un compteur 6/20
Chaudières, purge 6/3,6/19
Chaudières, récupération des chaleurs perdues 3/10-11
Chaudières, remplacement 5/34
Chaudières, rendement 5/19-24,6/1-2
Chauffage à treillis métallique 2/12
Chauffage aux rayons infrarouges 2/2,2/10,2/11,2/38
Chauffage de l'eau 2/35
Chaufferette 2/8
Climatisation, serpentins des appareils de 2/4
Coefficient de charge 4/3-4
Commandes automatiques 2/10,2/32
Comparaison des matériaux isolants 2/5
Compresseurs, choix des 6/13
Compresseurs, fonctionnement et entretien 6/13-16,6/21
Compresseurs, fuites possibles dans les canalisations 6/14
Compresseurs, utilisation 6/13
Compresseurs, récupération de la chaleur perdue 2/3-4,6/17-18,6/21
Condensateurs 4/9
Contrôleurs à came 4/8
Contrôle de l'humidité 2/7
Convoyeurs à vitesse réduite 4/9
Dégraisseurs 3/15,3/22
Degrés-jours, conversion de Fahrenheit à Celsius 1/33
Degrés-jours, méthode 1/31,2/5-6
Degrés-jours pour les régions du Canada 1/34-36
Dépréciation du flux lumineux 2/28
Diminution de la ventilation 2/4,2/31,2/41,9/13
Eau, utilisation dans les bureaux 9/6-7,9/14
Échangeurs de chaleur 3/5
Échangeurs de chaleur à calandre 3/10
Échangeurs de chaleur à circulation forcée 3/12,3/16
Échangeurs de chaleur économiseurs 3/17
Échangeurs de chaleur à plaques parallèles 3/8-9
Échangeurs de chaleur récupérateurs 3/5,3/23
Échangeurs de chaleur roues thermiques 3/7-8,5/33
Échangeurs de chaleur tubulaires 3/9,3/20
Échangeurs de chaleur tubulaires à ailettes 3/9-10
Échelonnement 4/1-2,4/10,4/12,5/11-12
Échelonnement de la production 4/1-2
Éclairage, amélioration grâce à des surfaces réfléchissantes 2/28,2/36
Éclairage d'appoint 2/22,9/5
Éclairage, bureaux 9/5-6,9/13,9/14
Éclairage, contrôle au moyen des cellules photo-électriques 2/20
Éclairage, contrôle au moyen d'une minuterie 2/20,2/39

Éclairage, couleur 2/24,9/6
Éclairage, diminution des niveaux d' 2/33-34,9/5
Éclairage, effet de la ventilation sur l' 2/27
Éclairage, extérieur 2/38
Éclairage, interrupteurs 2/20
Éclairage, inutile 2/19-20,2/33,2/39
Éclairage, nettoyage et entretien des appareils d' 2/27-30
Éclairage, niveaux recommandés 2/20
Éclairage, remplacement en série des appareils d' 2/26-30
Éclairage, sources plus efficaces 2/20-27,2/34-35,2/37
Écrans thermiques 2/4
Efficacité des lampes 2/19-27
Énergie, bilan 1/8
Énergie, budget 1/15-20
Énergie, conservation de l', liste de vérification 1/21-22
Énergie consommée par les services généraux d'usine 1/13
Énergie, imprimés pour programmes de conservation de l' 1/17-20,1/23
Énergie, programme de gestion de l' 1/3,2/1
Étuves 4/9
Facteur de puissance 4/2
Facteur de puissance, correction 4/9,4/12
Facteur "R" 2/5
Facteur "U" 2/10
Fenêtres 2/3
Fenêtres, pellicule réfléchissante 2/3
Fenêtres, verre teinté 2/3,9/14
Fermeture, manuelle et automatique 4/10
Filtration, déchets 3/17-18
Filtres à charbon activé 2/4
Fours, consommation de combustible 5/14
Fours, contrôle du rendement 5/13
Fours, cycle de fonctionnement 5/11
Fours, fuites 5/10
Fours, modification 5/37
Fours, modification des méthodes de cuisson 5/34
Fours, réduction de l'excès d'air 5/8,5/36
Fours, types de 5/15-17
Fuites, air et vapeur comprimés 6/3-5,6/21,6/28
Gaz de carneau, analyse 5/15
Gaz de carneau, récupération 3/5
Gain de chaleur interne 2/3
Gain de chaleur solaire 2/2
Incinérateurs à pyrolyse 5/29
Incitation de l'employé, évaluation 10/3-4
Incitation de l'employé, formation 10/7-8,10/10
Incitation de l'employé, généralités 10/1-3
Incitation de l'employé, participation 10/5-6,10/9
Incitation de l'employé, publicité 10/6-7
Isolation des appareils de combustion 2/4
Isolation, autoclaves 5/34
Isolation, conduits d'air chaud 2/4
Isolation, fours 5/9,5/32
Isolation des murs 2/5
Isolation, réservoirs 2/4,3/18,3/24-25,6/26
Isolation, toitures et plafonds 2/4-6
Isolation, tuyaux d'eau chaude 2/4
Isolation des tuyaux de vapeur 2/4,6/5
Lampes, ballasts 2/19,2/21
Lampes, dépréciation du flux lumineux 2/28
Lampes, réamorçage et périodes d'échauffement 2/22-24
Lampes, types 2/21-25
Lanterneaux 2/2
Lubrification automatique 4/8
Machines à expansion, gaz et vapeur 3/11
Méthodes de bureau, achats 9/9-10
Méthodes de bureau, entretien 9/13
Méthodes de bureau, généralités 9/1,9/7,9/10-12
Méthodes de bureau, utilisation des machines 9/8
Méthodes du bureau, paperasserie 9/8
Moteurs, dispositif d'entraînement à vitesse variable 4/6
Moteurs synchrones 4/12
Murs d'expansion 2/6,2/33
Peinture, couche unique 4/10
Perte de chaleur, analyse courante par ordinateur 2/11
Perte de chaleur des bâtiments 2/2
Perte de chaleur, réservoirs de traitement 3/2
Pneus radiaux 7/7-8
Pointe de charge, contrôle 4/1,4/10
Pompes à chaleur 2/12,3/13
Portes des plates-formes de chargement 2/2,7/3,7/21-23
Précipitateurs électrostatiques 2/32
Pression négative 2/4
Produits chimiques à basse température 3/22
Réamorçage et périodes d'échauffement 2/22-24
Rebuts, combustible 2/12,5/28-32,5/35,5/37
Récupération de la chaleur 2/11,3/3-4,5/8-9
Récupération de la chaleur, air réchauffé des fours 3/18
Récupération de la chaleur, eaux résiduaires dans les usines de textile 3/21
Récupération de la chaleur, eau de refroidissement des compresseurs 3/16
Récupération de la chaleur, autoclaves de stérilisation 3/21-22
Récupération de la chaleur, échappement d'une étuve 2/37
Récupération de la chaleur, échappement de l'incinérateur 3/15,3/21,3/25,3/33
Récupération de la chaleur, échappement des séchoirs 3/16,3/19
Récupération de la chaleur, rendement 3/13
Récupération de la chaleur, gaz de carneau 3/15,3/23,3/25,5/36,6/28
Récupération de la chaleur, lessiveurs 3/19
Récupération de la chaleur, purge continue d'une chaudière 3/20
Refroidissement des toitures par évaporation 2/2
Régénérateurs 3/9-10
Registres, étanchéité 2/8

Régulation de la pointe de charge 4/3-5,4/11
Rideau d'air 2/31,3/5
Rideau de chaleur 2/11
Rideaux et persiennes 2/3
Serpentins de préchauffage 2/7-8
Services généraux de l'usine, énergie consommée 1/13
Stratification de la chaleur 2/10
Systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, air extérieur 2/10
Systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, commandes automatiques 2/8
Systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, conseils relatifs aux 2/13-18,9/3-5
Systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, entretien et nettoyage 2/7
Température, abaissement la nuit 2/8,9/1-2
Température, contrôle de la 2/9
Température, endroits inoccupés 2/8,9/2
Température, réduction 2/4,2/8-10,2/36,9/2
Température, réglage approprié de la 2/10
Temps morts, élimination des 4/10,5/11
Tenue vestimentaire, normes 2/8
Thermostats jumelés 2/32,9/1-2,9/4
Thermostat, système de réglage 2/8,9/2,9/4
Toiture, mousse d'uréthane 2/8,2/41
Tour de réfrigération 3/16
Transport coopératif par automobile, économies 8/4,8/6
Transport coopératif par automobile, généralités 8/5
Transport coopératif par automobile, mise en oeuvre du programme 8/6-9
Transport coopératif par wagonnettes, généralités 8/9-11
Transport coopératif par wagonnettes, mesures d'incitation des sociétés 8/13-14
Transport coopératif par wagonnettes, aspect juridique 8/14-15
Transport coopératif par wagonnettes, organisation et exploitation 8/11-13,8/16-18
Transport coopératif par wagonnettes, calcul des tarifs 8/19
Transport des employés, généralités 8/1-4
Types de lampes 2/21-25
Vapeur, baisse de pression 6/5
Vapeur, chaleur perdue 6/28
Vapeur de détente 6/8,6/28
Vapeur, injection 6/22
Vapeur, purgeur 6/7-8,6/24
Vapeur, récupération du condensat 6/8-9
Vapeur, réduction de la pression de 6/27
Vapeur, réseaux de canalisation généralités 6/1
Vapeur, réservoirs du condensat 6/26
Vapeur, traçage 6/11,6/24
Vapeur, transfert de chaleur 6/6
Ventilateurs, limitation du temps de fonctionnement 2/8
Ventilateurs de plafond 2/10-11,2/31,2/37
Vérification de la consommation d'énergie 1/5
Vérification de la consommation d'énergie, formules du gouvernement de l'Ontario 1/24-27
Vérification de l'échange d'énergie 1/11
Vérification des antécédents de la consommation d'énergie 1/7
Vérification initiale de la consommation d'énergie 1/6-7,1/12
Vérification par ordinateur 2/32
Vérification, permanente de la consommation d'énergie 1/9
Vérification périodique de la consommation d'énergie 1/9
Voitures, utilisation des 7/3,7/19

USAGE DANS LE SI

Quelques unités SI dérivées

Grandeur	Nom de l'unité	Symbole	Equivaut à
force	newton	N	$kg \cdot m/s^2$
pression	pascal	Pa	N/m^2
travail, énergie, quantité de chaleur	joule	J	N·m
puissance, flux énergétique thermique	watt	W	J/s
quantité d'électricité	coulomb	C	A·s
potentiel électrique	volt	V	W/A
résistance électrique	ohm	Ω	V/A
capacité électrique	farad	F	C/V
flux d'induction magnétique	weber	Wb	V·s
induction magnétique	tesla	T	Wb/m^2
inductance	henry	H	Wb/A
fréquence	hertz	Hz	s^{-1}
flux lumineux	lumen	lm	cd·sr
éclairement	lux	lx	lm/m^2

Exemples d'unités SI dérivées exprimées en termes d'autres unités

Grandeur	Description	Expression en d'autres unités SI
superficie	mètre carré	m^2
volume	mètre cube	m^3
vitesse — linéaire — angulaire	mètre par seconde radian par seconde	m/s rad/s
accélération — linéaire — angulaire	mètre par seconde carrée radian par seconde carrée	m/s^2 rad/s^2
masse volumique	kilogramme par mètre cube	kg/m^3
viscosité dynamique	pascal-seconde	Pa.s
moment d'une force	newton-mètre	N.m
densité de flux thermique, éclairement énergétique	watt par mètre carré	W/m^2
capacité thermique, entropie	joule par kelvin	J/K
chaleur massique, entropie massique	joule par kilogramme kelvin	J/(kg K)
énergie massique	joule par kilogramme	J/kg
conductivité thermique	watt par mètre-kelvin	W/(m.K)
énergie volumique	joule par mètre cube	J/m^3
perméabilité	henry par mètre	H/m
résistance thermique (R)	mètre-kelvin carré par watt	$m^2.K/W$.

Unités SI en équivalence communément employées et leurs facteurs de conversion

1 pouce = 25 mm	1 verge cube = 0.76 m^3
1 pied = 0.30 m	1 pinte (lq) = 1.1 L
1 verge = 0.91 m	1 gallon = 4.5 L
1 mille = 1.6 km	1 once = 28 g
1 pouce carré = 6.4 cm^2	1 livre = .45 kg
1 verge carré = 0.84 m^2	1 horsepower (R-U) = 745 W
1 acre = 0.40 ha	1 livre-force = 4.4 N
1 pouce cube = 16 cm^3	1 livre-force par pouce carré = 6.8 kPa
1 pied cube = 28 dm^3	

Préfixes SI

Facteur de multiplication	Préfixe	Symbole
$1\,000\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{18}$	exa	E
$1\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{15}$	péta	P
$1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$	téra	T
$1\,000\,000\,000 = 10^{9}$	giga	G
$1\,000\,000 = 10^{6}$	méga	M
$1\,000 = 10^{3}$	kilo	k
$100 = 10^{2}$	hecto	h
$10 = 10^{1}$	déca	da
$0.1 = 10^{-1}$	déci	d
$0.01 = 10^{-2}$	centi	c
$0.001 = 10^{-3}$	milli	m
$0.000\,001 = 10^{-6}$	micro	μ
$0.000\,000\,001 = 10^{-9}$	nano	n
$0.000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$	pico	p
$0.000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-15}$	femto	f
$0.000\,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-18}$	atto	a

Unités pouvant être utilisées avec les unités SI

Grandeur	Nom	Symbole	Définition
temps	minute heure jour	min h d	1 min = 60 s 1 h = 3600 s 1 d = 86 400 s
angle plan	degré minute seconde	° ' "	1° = (π/180) rad 1' = (π/10 800) rad 1" = (π/648 000) rad
superficie	hectare	ha	1 ha = 1 hm^2 = 10 000 m^2
volume	litre	L	1 L = 1 dm^3
température	degré Celsius	°C	pour les intervalles de température 1°C = 1 K
masse	tonne	t	1 t = 1000 kg = 1 Mg

POUR COMMANDER

La série de guides "Enersage" sur la conservation de l'énergie dans l'industrie.

Pour obtenir la série de dix guides "Enersage" sur la conservation de l'énergie dans l'industrie, au prix de $5.45 (comprenant les frais de reliure, de poste et de manutention) remplissez le bon de commande et faites-le parvenir, accompagné de votre chèque ou mandat-poste à:

Master Mailers
Boîte postale 9705, Terminus d'Ottawa
Ottawa (Ontario) K1G 3Z4

Établissez votre chèque ou mandat à l'ordre de:

Master Mailers
Boîte postale 9705, Terminus d'Ottawa
Ottawa (Ontario) K1G 3Z4

Nom: _____

Titre: _____

Nom de la société: _____

Adresse: _____

Ville: _____

Province: _____ Code postal: _____

Si vous désirez recevoir plus d'une série complète pour distribution par votre compagnie, faites parvenir votre demande à l'adresse suivante:

Bureau de la conservation de l'énergie
580, rue Booth
17e étage
Ottawa (Ontario)
K1A 0E4